

Podsumowanie Analizy Zagrożenia Agrofagiem (Ekspress PRA) <i>Puccinia pittieriana</i> Hennings						
Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska						
Opis obszaru zagrożenia: cały kraj						
<p><i>Puccinia pittieriana</i> jest mikrocyklicznym grzybem występującym na roślinach ziemniaka (<i>Solanum tuberosum</i>), pomidora (<i>Solanum lycopersicum</i>) oraz dzikich gatunkach z rodzaju <i>Solanum</i> w Ameryce Południowej i Środkowej. Jako organizm kwarantanny został umieszczony na liście EPPO A1 dla Europy (EPPO 1988) i w Załączniku 2, Części A, Sekcji 1 Dyrektywy Rady 2000/29/EC. Może porażać roślin z rodziny psiankowatych w chłodnych, wilgotnych regionach strefy umiarkowanej i tropikalnej. Ponieważ basidiospory są krótkotrwałe i nie produkowane w dużych ilościach, grzyb nie jest rozprzestrzeniany daleko przez naturalne czynniki, takie jak wiatr.</p> <p>Obecność patogenu stwierdzono także w Boliwii, Brazylii, Kolumbii, Ekwadorze, Meksyku, Peru, Paragwaju i Wenezueli (IMI 1994). Brak doniesień literaturowych o wykryciu grzyba w uprawach pomidora i ziemniaka na obszarze PRA</p> <p>Prawdopodobieństwo wnikięcia: niskie (jednak w przypadku wnikięcia patogenu, ma on odpowiednie rośliny żywicielskie do zasiedlenia i możliwość rozprzestrzenienia w kraju).</p> <p>Prawdopodobieństwo zasiedlenia: niskie, ze względu na konieczność zawleczenia porażonych roślin lub ich fragmentów na obszar PRA oraz znikome możliwości przeniesienia teliospor i bazidiospor z Ameryki Południowej do Polski.</p> <p>Prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia: niskie, ze względu na kontrole fitosanitarne oraz stosowane procedury importowania materiału roślinnego (rozmnożeniowego, hodowlanego, naukowego) zapobiegające rozprzestrzenianiu agrofaga na duże odległości.</p> <p>Potencjalny wpływ bez podjęcia środków fitosanitarnych: niski, ze względu na wyżej opisane czynniki niezbędne do zapoczątkowania infekcji.</p> <p>Największe ryzyko wejścia i rozprzestrzeniania się patogenu na obszarze PRA związane jest z zawleczeniem fragmentów porażonych roślin lub ziemi pochodzącej z upraw roślin żywicielskich, na których stwierdzono jego obecność. Narzędziem regulującym wejście agrofaga może być kontrola materiału roślinnego (szczególnie rodzaju <i>Solanum</i>) importowanego z krajów jego występowania. Porażony materiał powinien być zniszczony najlepiej poprzez spalanie, pozostawiony stanowi ważne źródło inokulum.</p> <p>Skuteczną ochronę uzyskuje się, stosując fungicydy kontaktowe oraz układowe (French i wsp. 1972, Quijano 1988, Velastegui 1991), należące m.in. do triazoli.</p>						
Ryzyko fitosanitarne dla zagrożonego obszaru (indywidualna ranga prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście dokumentu)	Wysokie	<input type="checkbox"/>	Średnie	<input type="checkbox"/>	Niskie	<input checked="" 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:						

Przygotowana przez: mgr Jakub Danielewicz, dr Katarzyna Pieczul, mgr Michał Czyż, mgr Magdalena Gawlak, dr Katarzyna Sadowska, lic. Agata Olejniczak, dr Tomasz Kałuski
Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, W. Węgorka 20, 60-318 Poznań
Data: 01.10.2017

Etap 1 Wstęp

Powód wykonania PRA: *Puccinia pittieriana* jest mikrocyklicznym grzybem występującym na roślinach ziemniaka (*Solanum tuberosum*), pomidora (*Solanum lycopersicum*) oraz dzikich gatunkach z rodzaju *Solanum* w Ameryce Południowej i Środkowej. Jako organizm kwarantanny został umieszczony na liście EPPO A1 dla Europy (EPPO 1988) i w Załączniku 2, Części A, Sekcji 1 Dyrektywy Rady 2000/29/EC. Może porażać roślin z rodziny psiankowatych w chłodnych, wilgotnych regionach strefy umiarkowanej i tropikalnej. Ponieważ basidiospory są krótkotrwałe i nie produkowane w dużych ilościach, grzyb nie jest rozprzestrzeniany daleko przez naturalne czynniki, takie jak wiatr. Pierwsze wystąpienie *Puccinia pittieriana* odnotowano w Kostaryce, na uprawianych ziemniakach (Arthur 1920). Ponadto patogen spotykany jest w Boliwii, Brazylii, Kolumbii, Ekwadorze, Meksyku, Peru, Paragwaju i Wenezueli (IMI 1994). Brak doniesień literaturowych o wykryciu grzyba w uprawach pomidora i ziemniaka na obszarze PRA

Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska

Etap 2 Ocena zagrożenia agrofagiem

1. Taksonomia:

Królestwo: Fungi

Gromada: Basidiomycota

Klasa: Pucciniomycetes

Rząd: Pucciniales

Rodzina: *Pucciniaceae*

Rodzaj: *Puccinia*

Gatunek: *Puccinia pittieriana* = *Micropuccinia pittieriana*

Synonimy: *Micropuccinia pittieriana* (Henn.) Arthur and H.S. Jacks. 1922

Nazwa powszechna: Rdza ziemniaka

Inne nazwy powszechnie: common rust of potato, common potato rust, potato rust, rust of potato, tomato rust (ang.); roya comun, roya de la papa, roya de la patata, roya del tomate (hiszp.); rouiille de la pomme de terre (fr.)

Kod EPPO: PUCCT

2. Informacje ogólne o agrofagu:

Cykl życiowy

Rozwój i rozprzestrzenianie się grzyba wymaga średniej temperatury około 10°C przy 10–12h wilgoci na powierzchni rośliny. Pierwsze objawy na ziemniakach pojawiają się w ciągu 14–16 dni.

Inokulum przenoszone jest z wiatrem i pochodzi głównie z wcześniej porażonych roślin uprawnych oraz dzikich gospodarzy (Laundon i Rainbow 1971). Teliospory dojrzewają w ciągu 30–40 dni po inokulacji (French 2001), kiełkując w ciągu godziny, w celu wytworzenia basidium (promycelium). Basidia w temperaturach powyżej 15°C zazwyczaj rosną wegetatywnie, a poniżej tej wartości w ciągu 3–24 godzin w większości z nich powstają cztery basidiospory (sporidia). Uredinia są w pełni rozwinięte w ciągu 20–25 dni. Rozmiar uszkodzenia rośliny zależeć może od gatunku *Solanum* i wiązać się z różnymi rasami patogenu (Castaño 1952).

Rośliny żywicielskie

Obserwacje polowe przeprowadzono na uprawnych pomidorach (*Solanum lycopersicum*), ziemniakach (*Solanum tuberosum* subsp. *andigenum* i subsp. *tuberosum*), a także na „dzikim ziemniaku” (Wild potato), *Solanum demissum*. Wszystkie pozostałe rejestry podatności wymieniono w wynikach testów szklarniowych (Reddick 1932; Buritica i wsp. 1968). W przypadku prób prowadzonych w cieplarniach *P. pittieriana* może porażać: psianki uprawiane (ziemniaki) – *Solanum ajanhuiri*, *Solanum curtilobum*, *Solanum juzepczukii*, *Solanum phureja*, *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum* i *Solanum tuberosum* subsp. *Tuberosum*; psianki dziko rosnące (nazywane dzikimi ziemniakami - Wild potatoes) – *Solanum stoloniferum* (*Solanum antipoviczii*), *Solanum cardiophyllum*, *Solanum commersonii*, *Solanum demissum*, *Solanum ehrenbergii*, *Solanum spegazzinii* (*Solanum famatinae*), *Solanum oplocense*, *Solanum chacoense* (*Solanum gibberulosum*, *Solanum parodii*), *Solanum schickii*, *Solanum microdontum* (*Solanum simplicifolium*), *Solanum verrucosum* oraz inne gatunki rodzaju *Solanum*: *Solanum caripense* i *Solanum nigrum* (Buritica i wsp. 1968).

Symptomy

Pierwsze symptomy widoczne są na spodniej stronie liści w postaci drobnych, okrągłych, zielono-białych plam, osiągających wielkość 3–4 mm. Niektóre stają się wydłużone o wymiarach sięgających 8 mm. Następnie przyjmują barwę kremową z czerwonymi centrami, następnie zmieniając kolor na pomidorowo-czerwony, a końcowo przybierają odcień rdzy. W wyniku infekcji na górnej stronie liści widoczne są zmiany chorobowe wielkości 1–3 mm, które mogą być otoczone przez chlorotyczne lub nekrotyczne halo. Efekt defoliacji powoduje powstanie setek zmian na liściu. Wydłużone lub nieregularne zmiany są obserwowane też na ogonkach liściowych i łodygach. Owoce i kwiaty również mogą być porażane (French 2001).

Wykrywanie i identyfikacja

Grzyb można zidentyfikować, stosując metody klasyczne, jak analiza mikroskopowa. Pojedyncze teliospory mają kształt szeroko elipsoidalny do jajowatego, lekko zwężony w okolicy przegrody, barwy pomarańczowej do brązowej i wymiarach 16–25 x 20–35µm. Można również wykorzystać metody biologii molekularnej, przynajmniej jedna sekwencja dla regionu LSU lub rDNA jest publicznie dostępna do ich wykonania (NCBI, 2009).

Puccinia pittieriana jest jedyną rdzą występującą na roślinach pomidora. Objawy chorobowe na roślinach ziemniaka różnią się od tych powodowanych przez *Aecidium cantense* (Rdza peruwiańska).

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 (EPPO 2017a)

AFRYKA

Afryka Wschodnia	A1 list	2001
Afryka Południowa	A1 list	2001

AMERYKA

Argentyna A1 list 1995

AZJA

Bahrajn A1 list 2003

Izrael organizm kwarantannowy 2009

Jordan organizm kwarantannowy 2007

EUROPA

Norwegia organizm kwarantannowy 2012

Turcja A1 list 2007

RPPO/EU

APPPC A1 list 1992

EPPO A1 list 1984

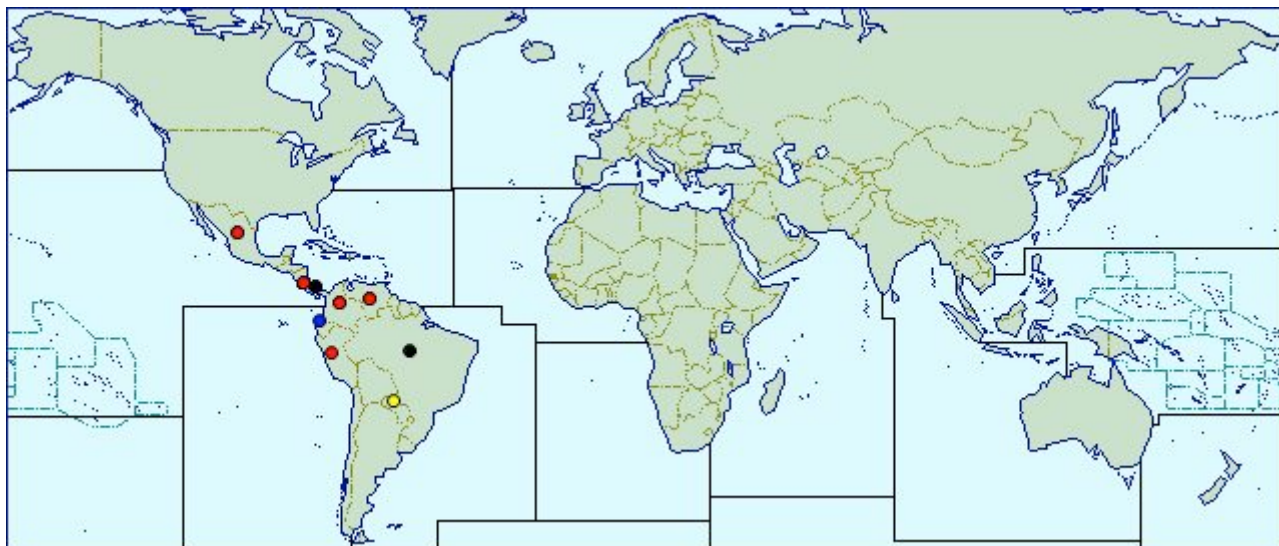
EU Annex II/A1 1992

IAPSC A1 list 1989

6. Rozmieszczenie

Kontynent	Rozmieszczenie	Komentarz na temat statusu na obszarze występowania	Źródła
Ameryka Północna			
	Meksyk	Ograniczone występowanie	EPPO 2017b; Alvarez 1976 Reddick 1932; UK CAB International 1994;
Ameryka Środkowa i Karaiby			
	Kostaryka	Ograniczone występowanie	EPPO 2017b; Arthur 1918, 1920; UK CAB International 1994; Hennings 1904;
	Panama	Obecny	Hernandez i wsp. 2007;
Ameryka Południowa			
	Brazylia	Obecny	EPPO 2017b; UK CAB Internatioanal 1994;
	Espirito-Santo	Obecny	EPPO 2017b; Gonclaves de silva 1939;
	Sao-Paulo	Obecny	Hennen i wsp. 1982;
	Kolumbia	Ograniczone występowanie	EPPO 2017b; Pardo-Cardona 1998; UK CAB International 1994; Chardon i Torro 1930;
	Ekwador	Szeroko rozpowszechniony	EPPO 2017b; Kern 1933; UK CAB International 1994; Arthur 1920, 1922; Diaz i Echeverna 1963;

Paragwaj	Obecny	EPPO 2017b; UK CAB International 1994;
Peru	Ograniczone występowanie	EPPO 2017b; Abbot 1931; UK CAB International 1994, French i wsp. 1972;
Wenezuela	Ograniczone występowanie	EPPO 2017b; Kern 1933; UK CAB International 1994;



Zródło: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45847>

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>Solanum ajanhuiri</i>	Nie	Roślina uprawiana na obszarze Ameryki Południowej.	CABI 2017
<i>Solanum cardiophyllum</i>	Nie	Roślina występująca na terenie Ameryki Północnej (Meksyk, USA – California).	CABI 2017
<i>Solanum caripense</i>	Nie	Roślina występująca na terenie Ameryki Południowej, czasem uprawiana dla jadalnych owoców.	CABI 2017
<i>Solanum chacoense</i> (<i>Solanum parodii</i> , <i>Solanum gibberulosum</i> , <i>Solanum schickii</i>)	Nie	Roślina dziko rosnąca na terenie Ameryki Południowej.	CABI 2017
<i>Solanum colombianum</i>	Nie	Roślina występująca na terenie Ameryki Południowej i Środkowej.	CABI 2017
<i>Solanum commersonii</i>	Nie	Roślina występująca na terenie Ameryki Południowej.	CABI 2017
<i>Solanum curtilobum</i>	Nie	Roślina uprawiana na obszarze	CABI 2017

		Ameryki południowej (Peru, Boliwia)	
<i>Solanum demissum</i>	Nie	Roślina uprawiana na obszarze Ameryki Południowej (Meksyk).	CABI 2017
<i>Solanum ehrenbergii</i>	Nie	Roślina występująca na terenie Ameryki Środkowej.	CABI 2017
<i>Solanum juzepczukii</i>	Nie	Roślina uprawiana na obszarze Ameryki Południowej.	CABI 2017
<i>Solanum lycopersicum</i> (pomidor zwyczajny)	Tak	Roślina uprawiana na obszarze PRA w gruncie i pod osłonami.	CABI 2017
<i>Solanum microdontum</i> (<i>Solanum simplicifolium</i>)	Nie	Roślina uprawiana na obszarze Ameryki Południowej.	CABI 2017
<i>Solanum nigrum</i> (Psianka czarna)	Tak	Pospolicie występujący na terenie PRA archeofit. Roślina miejsc ruderalnych i chwast w uprawach.	CABI 2017
<i>Solanum oplocense</i>		Roślina występująca na terenie Ameryki Południowej.	CABI 2017
<i>Solanum phureja</i>	Nie	Roślina uprawiana na obszarze Ameryki południowej	CABI 2017
<i>Solanum spegazzinii</i> (<i>Solanum famatinae</i>)	Nie	Roślina występująca na terenie Ameryki Południowej.	CABI 2017
<i>Solanum stoloniferum</i> (<i>Solanum antipoviczii</i>)	Nie	Roślina występująca na terenie Ameryki Północnej (Meksyk, USA – Arizona, Teksas).	CABI 2017
<i>Solanum tuberosum</i> (ziemniak)	Tak	Roślina uprawiana na całym obszarze PRA.	CABI 2017
<i>Solanum verrucosum</i>	Nie	Roślina występująca na terenie Meksyku.	CABI 2017

8. Drogi przenikania

Możliwa droga przenikania	Rośliny do sadzenia
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Agrofag może przedostać się z fragmentami roślin, sadzonek oraz ziemi
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Teliospory na fragmentach ww. organów i surowców

Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?			
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 X	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	Średnia X	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Ziemia do sadzenia		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Agrofag może przedostać się z fragmentami roślin, sadzonek oraz ziemi		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Tak, z państw trzecich		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Teliospory na/we fragmentach ww. organów i surowców		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?			
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 X	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	Średnia X	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Żywe rośliny lub ich fragmenty oraz ich organy		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Agrofag może przedostać się z fragmentami roślin lub bulw		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Teliospory na/we fragmentach ww. organów i surowców		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?			
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 dokładnych danych		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Tak		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie X	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	Średnia X	Wysoka

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

Ze względu na konieczność przetransferowania porażonych fragmentów roślin żywicielskich oraz gleby zawierającej teliospory patogenu, istnieje niewielkie ryzyko wystąpienia choroby na obszarze PRA. Import z terenów zainfekowanych jest mało prawdopodobny na obszarze PRA. W przypadku *Puccinia pittieriana* zarodniki podstawkowe – basidiospory są krótkotrwałe i produkowane w małych ilościach oraz nie są rozprzestrzeniane daleko przez naturalne czynniki, takie jak wiatr. (French, 2001a)

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

10. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w uprawach pod osłonami na obszarze PRA

Czynniki limitujące są takie jak w przypadku upraw w warunkach zewnętrznych

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

11. Rozprzestrzenienie na obszarze PRA

Naturalne rozprzestrzenianie

Ze względu na złożoność cyklu rozwojowego i krótkotrwałość zarodników podstawkowych, patogen w warunkach naturalnych nie rozpowszechnia się na obszarze PRA.

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

12. Wpływ na obecnym obszarze zasięgu

Choroba uważana jest za czynnik limitujący produkcję ziemniaka na obecnym obszarze występowania. Przypuszcza się, że ze względu na porażanie organów wegetatywnych może prowadzić do opadania liści i uwiędów nadziemnych części roślin z rodziny psiankowatych. Nie przeprowadzono dotąd analizy strat wywoływanych pojawieniem się agrofaga.

12.01 Wpływ na bioróżnorodność

Ze względu na możliwości chemicznej ochrony roślin przed porażeniem przez *P. pittieriana* wpływ na bioróżnorodność jest niski. (French i wsp. 1972, Quijano 1988, Velastegui 1991)

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

12.02 Wpływ na usługi ekosystemowe

Usługa ekosystemowa	Czy szkodnik ma wpływ na tę usługę?	Krótki opis wpływu	Źródła
Zabezpieczająca	Nie	W przypadku produkcji wysoko towarowej agrofag nie stanowi dużego zagrożenia upraw ziemniaka oraz roślin psiankowatych i może być ograniczany chemicznie	
Regulująca	Brak		
Wspomagająca	Brak		
Kulturowa	Brak		

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

12.03 Wpływ socjoekonomiczny

Puccinia pittieriana posiada niewielki wpływ socjoekonomiczny, jednakże na możliwość chemicznej ochrony ocena jego wpływu jest niska.

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

socjoekonomicznego na obecnym obszarze zasięgu			
Ocena niepewności	Niska X	Średnia	Wysoka

13. Potencjalny wpływ na obszarze PRA

Ze względu na powszechnie stosowaną integrowaną ochronę roślin psiankowatych i związane z tym stosowanie metody chemicznej ochrony potencjalnych żywicieli patogenu, możliwy wpływ na obszarze PRA pokrywa się z informacjami zawartymi dla potencjalnego wpływu na aktualnym obszarze występowania *P. pittieriana*.

13.01 Potencjalny wpływ na bioróżnorodność na obszarze PRA

Jeśli Nie

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

13.02 Potencjalny wpływ na usługi ekosystemowe na obszarze PRA

Jeśli Nie

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

13.03 Potencjalny wpływ socjoekonomiczny na obszarze PRA

Jeśli Nie

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

14. Identyfikacja zagrożonego obszaru

Ze względu na gatunki będące potencjalnymi żywicielami *Puccinia pittieriana* zagrożony jest obszar uprawy ziemniaka (Mazowsze, Podlasie, Wielkopolska, Polska centralna, Podkarpacie) oraz towarowej uprawy pomidora (Wielkopolska, Polska centralna).

15. Zmiana klimatu

Każdy ze scenariuszy zmian klimatu (załącznik 1) zakłada wzrost temperatury w stosunku do wartości z okresu referencyjnego 1986–2015. Najbardziej optymistyczny RCP 2.6 prognozuje zmiany o około 1,3° w perspektywie każdej pory roku. Według optymistycznego RCP 4.5 nastąpi ocieplenie o 1,6/1,7° w przedziale 2036–2065 i o ok. 2,3° dla 2071–2100, dla okresów zimowego i letniego. Prawdopodobny scenariusz RCP 6.0 zakłada wzrost temperatury latem (marzec-sierpień) oraz zimą (wrzesień-luty) o 1,7° dla 2036–2065 i 2,7° dla 2071–2100. Pesymistyczna, ale prawdopodobna prognoza – RCP 8.5 spowoduje podwyższenie temperatury w okresie zimowym o około 2,3° w okresie 2036–2065 i o około 4,3° dla 2071–2100, w letnim wzrost ten będzie zbliżony. W przypadku opadów, największe ich wzrosty prognozowane są w zimie (2036–2065

od 13,8% do 18,4%, 2071-2100 od 18% do 33,9%), najmniejsze w lecie (2036–2065 od -1,3% do 2,1%, 2071-2100 od -7,8% do 0,1%). Zaznaczając, że na okres zimowy składają się jesień (wrzesień-listopad) oraz zima (grudzień-luty), a na letni – wiosna (marzec-maj) i lato (czerwiec-sierpień), jednak pomiędzy tymi porami roku występują duże różnice w zmianach opadów. Istotne są także duże różnice między 5 i 95 percentylem projekcji (w niektórych przypadkach sięgające nawet 100mm) utrudniające oszacowanie zmian opadów w przyszłości. Zgodnie ze scenariuszami zmian temperatur, łagodniejsze zimy i cieplejsze okresy letnie nie powinny znacząco wpłynąć na możliwość wejścia i rozprzestrzenienia agrofaga. Dodatkowo dane literaturowe podają, że rozwój grzyba wymaga średniej temperatury około 10°C przy 10–12h wilgoci na powierzchni rośliny, więc prognozowane zmniejszenie ilości opadów na obszarze PRA z pewnością będzie stanowić dodatkową barierę dla agrofaga.

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

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

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:

- Ścieżki
- Zasiedlenie
 - Wymagania w stosunku do stopniodni
 - Ograniczenia klimatyczne
 - Zmiany we wzroście/reprodukcji
 - Konkurencja międzygatunkowa
- Rozprzestrzenienie
 - Rozprzestrzenienie zależne od zagęszczenia
 - Ekstremalne warunki pogodowe
- Wpływ
 - Wzrost dostosowania
 - Efekty per capita

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
Nie	Ocena ekspercka
Czy wielkość rozprzestrzenienia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wielkości rozprzestrzenienia i niepewności)	Źródła
Nie	Ocena ekspercka
Czy wpływ na obszarze PRA może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wpływu i niepewności)	Źródła
Nie	Ocena ekspercka

16. Ogólna ocena ryzyka

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

Prawdopodobieństwo zasiedlenia: niskie, ze względu na konieczność zawleczenia porażonych roślin lub ich fragmentów na obszar PRA oraz znikome możliwości przeniesienia teliospor i bazidiospor z Ameryki Południowej do Polski.

Prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia: niskie, ze względu na kontrole fitosanitarne oraz stosowane procedury importowania materiału roślinnego (rozmnożeniowego, hodowlanego, naukowego) zapobiegające rozprzestrzenianiu agrofaga na duże odległości.

Potencjalny wpływ bez podjęcia środków fitosanitarnych: niski, ze względu na wyżej opisane czynniki niezbędne do zapoczątkowania infekcji.

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

- Zniszczenie zainfekowanego materiału roślinnego poprzez spalenie porażonych roślin i ich fragmentów.
- Dezynfekcja sprzętu rolniczego używanego do uprawy gleby i wykonywania zabiegów agrotechnicznych. Wskazany jest wybór odmian mniej podatnych na porażenie.
- Opryski fungicydami kontaktowymi pozwalają ograniczyć infekcję i działają zapobiegawczo (Quijano 1988). Stosowanie substancji czynnych o charakterze układowym takich jak propikonazol czy oksykarboksyna skutecznie chroni rośliny żywicielskie (Velasgui 1991).

Opcje po zbiorach, przed odprawą lub w trakcie transportu

- Zniszczenie roślin i ich porażonych fragmentów.

Opcje po wejściu przesyłek

- Zniszczenie, najlepiej poprzez spalenie roślin, w celu zahamowania rozprzestrzeniania się infekcji.

Możliwe drogi przenikania (w kolejności od najważniejszej)	Możliwe środki	Opłacalność środków
Rośliny do sadzenia	Kontrola importowanego materiału	Niska
Ziemia do sadzenia	Kontrola importowanego materiału	Niska
Fragmenty porażonych roślin	Kontrola importowanego materiału	Niska

17.02 Środki zarządzania eradykacją, powstrzymaniem i kontrolą

Największe ryzyko wystąpienia i rozprzestrzeniania się agrofaga związane jest z zawleczeniem na obszar PRA fragmentów porażonych roślin lub ziemi pochodzącej z upraw, na których stwierdzono obecność *Puccinia pittieriana*. Narzędziem regulującym wejście patogenu może być kontrola importowanego materiału roślinnego. W przypadku porażenia powinien zostać zniszczony, najlepiej poprzez spalenie - pozostawiony stanowi ważne źródło inokulum.

Skuteczną ochronę uzyskuje się, stosując fungicydy kontaktowe oraz układowe (French i wsp. 1972, Quijano 1988, Velastegui 1991) należące m.in. do grupy chemicznej triazoli.

18. Niepewność

Puccinia pittieriana występuje na roślinach ziemniaka (*Solanum tuberosum*), pomidora (*Solanum lycopersicum*) i dzikich gatunkach z rodzaju *Solanum* głównie na obszarze Ameryki Południowej oraz Środkowej. Może być zdolny do porażania w chłodnych, wilgotnych regionach strefy umiarkowanej i tropikalnej. Ze względu na brak doniesień o występowaniu na obszarze PRA oraz konieczność zawleczenia zainfekowanych fragmentów ww. roślin żywicielskich, niepewność w ocenie ryzyka jest niska/średnia. Brakuje eksperymentalnego potwierdzenia możliwości rozwoju *P. pittieriana* na terenie Polski.

19. Uwagi

Zalecany bieżący monitoring. Kontrola materiału importowanego, szczególnie z obszarów, gdzie występuje agrofag.

- Abbott EV, 1931. Further notes on plant diseases in Peru. *Phytopathology*, 21(11):1061-1071 pp.
- Alvarez MG, 1976. Primer catalogo de enfermedades de plantas Mexicanas. *Fitofilo*, 71:1-169.
- Arthur JC, 1918. Uredinales of Costa Rica based on collections by E.W.D. Holway. *Mycologia*, 10:111-154.
- Arthur JC, 1920. Two destructive rusts ready to invade the United States. *Science*, 51:246-247.
- Arthur JC, 1922. Aecidiaceae in North America. *Flora*, 7:481-604.
- Burítica P, Orjuela J, Bustamante E, 1968. (Potato rust in Colombia and its implications) La roya de la papa en Colombia y sus implicaciones. *Agricultura Tropical (Colombia)*, 24: 221-222.
- CABI 2017 <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45847> (dostęp: 21.11.2017)
- Castañó JJ, 1952. (Potato rust) Roya de la papa. *Agricultura Tropical (Bogota)*, 8: 47-48.
- Chardon CE, Toro R, 1930. Mycological explorations of Colombia. *J. Department of Agriculture Puerto Rico*, 14: 195-369.
- Diaz JR, Echeverria J, 1963. Chemical control of *Puccinia pittieriana* on potatoes in Ecuador. *Plant Disease Reporter*, 47:800-801.
- EPPO 1988. Data sheets on quarantine organisms. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 18:517-519. [No. 155, *Puccinia pittieriana*.]
- EPPO 2014. PQR database. Paris, France: European and Mediterranean Plant Protection Organization. <http://www.eppo.int/DATABASES/pqr/pqr.htm> (dostęp 21.11.2017)
- EPPO 2017a <https://gd.eppo.int/taxon/PUCOPT/categorization> (dostęp: 21.11.2017)
- EPPO 2017b <https://gd.eppo.int/taxon/PUCOPT/distribution> (dostęp: 21.11.2017)
- French ER, 2001. Common rust. In: *Compendium of Potato Diseases*. Second edition [ed. by Stevenson, W. R., Loria, R., Franc, G. D., Weingartner, D. P.]. Saint Paul, Minnesota, USA: APS Press, 20-21.
- French ER, Torres H, Icochea TA de, Salazar L, Fribourg C, Fernandez EN, Martin A, Franco J, Scurrah MM de, Herrera IA, Vise C, Lazo L, Hidalgo OA, 1972. Enfermedades de la Papa en el Peru (Potato diseases in Peru). *Boletín Técnico No. 77, Estación Experimental Agrícola La Molina*, 36 pp.
- Goncalves de Silva S, 1939. (Preliminary list of diseases of plants in Santo Espirito state) Lista preliminar das doencas das plantas no Estado do Espirito Santo. *Boletín Ministerio Agricultura Rio de Janeiro*, 12 pp.
- Hennen JF, Hennen MM, Figueiredo MB, 1982. Index of the rust fungi (Uredinales) of Brazil. *Arquivos do Instituto Biológico*, 49(Supplement 1):201 pp.
- Hennings P 1904. (Some new fungi from Costa Rica and Paraguay) Einige neue pilze aus Costarica und Paraguay. *Hedwigia*, 43:147-149.
- Hernández JR Piepenbring M, Vega Rios MB, 2007. A new species, *Dicheimaria panamensis*, and new records of rust fungi from Panama. *Mycological Progress*, 6(2):81-91. <http://www.springerlink.com/content/v75167866617847p/?p=da4bd7723ea0409cab9dcf2d75ddfbaa&pi=1>
- IMI 1994. *Distribution Maps of Plant Diseases*, Map No. 460. Wallingford, UK: CAB International.
- 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
- Kern FD, 1933. The microcyclic species of *Puccinia* on *Solanum*. *Mycologia*, 25:435-441.
- Laundon GF, Rainbow AF, 1971. *Puccinia pittieriana*. [Descriptions of Fungi and Bacteria]. IMI Descriptions of Fungi and Bacteria, No. 29. Wallingford, UK: CAB International, Sheet 286.

- NCBI 2009. Entrez cross-database search engine. Maryland, USA: National Center for Biotechnology Information. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/gquery> (dostęp: 21.11.2017)
- Pardo-Cardona VM 1998. Distribution of the Colombian species of Uredinales in relation to taxonomical groups of its hosts. (Distribucion de las especies Colombianas de Uredinales segun los grupos taxonomicos de sus hospederos.) *Revista - Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 51(2):285-319.
- Reddick D, 1932. Some diseases of wild potatoes in Mexico. *Phytopathology*, 22: 609-612.
- UK CAB International, 1994. *Puccinia pittieriana*. [Distribution map]. *Distribution Maps of Plant Diseases*, September (Edition 3). Wallingford, UK: CAB International, Map 113.
- Quijano SO; Molina Valero LA, 1988. Control químico de la roya (*Puccinia pittieriana* Henn.) en papa de la variedad Parda Pastusa en el departamento de Nariño.) *Revista de Ciencias Agrícolas (Colombia)*, 10(3-4):31-49.
- Velastegui JR, 1991. (Chemical control of *Puccinia pittieriana* P. Henn., causal agent of potato rust, with systemic fungicides). Control químico de *Puccinia pittieriana* P. Henn., agente de la roya de la papa, con fungicidas sistemicos. In *Memorias del V seminario Nacional de Sanidad Vegetal*, 7-9 Junio 1988, Universidad de Cuenca, Ecuador, 104-105.

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	2071-2100	2036-2065	2071-2100
	IX-XI	IX-XI	XII-II	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	2071-2100	2036-2065	2071-2100
	IX-XI	IX-XI	XII-II	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-	10,29	10,47	0,55	2,74

LR				
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
	2036-2065	2071-2100	2036-2065	2071-2100
RCP6.0	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
	2036-2065	2071-2100	2036-2065	2071-2100
RCP 8.5	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.

	2036-2065	2071-2100		
RCP 2.6	III-V	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-	141,3	135,4	113,6	123,3

LR				
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 →		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