

Podsumowanie Analizy Zagrożenia Agrofagiem (Ekspres PRA) dla *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Hedges) Collins & Jones

**Obszar PRA:** Rzeczpospolita Polska

**Opis obszaru zagrożenia:** obszary uprawy soi, fasoli i grochu

**Główne wnioski**

Prawdopodobieństwo zasiedlenia w warunkach zewnętrznych określa się jako niskie przy średniej niepewności. Postępowanie z materiałem siewnym głównych gospodarzy reguluje dyrektywa 2000/29/WE w sprawie materiału siewnego *Phaseolus vulgaris* i *Dolichos* spp. wyłącznie w strefach chronionych (Grecja, Portugalia i Hiszpania). Istnieje prawdopodobieństwo wprowadzenia patogena wraz z nasionami gospodarzy alternatywnych, brak jest natomiast dokładnych danych na temat tej drogi rozprzestrzeniania.

Na obszarze PRA występują warunki sprzyjające rozwojowi Cff i w przypadku wprowadzenia go wraz z materiałem siewnym mógłby się rozprzestrzenić i spowodować straty ekonomiczne w uprawie. Natomiast na podstawie braku danych o wykryciach na przestrzeni ostatnich 30 lat, można stwierdzić, że patogen nie stanowi w tej chwili poważnego zagrożenia fitosanitarnego i prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia w warunkach zewnętrznych oceniono jako niskie.

Patogen łatwo się identyfikuje przy zastosowaniu dostępnych protokołów. W przypadku podejrzenia wystąpienia na obszarze PRA, potwierdzenie lub wykluczenie jego obecności nie będzie problematyczne.

Zalecane środki fitosanitarne:

- stosowanie certyfikowanych nasion
- stosowanie odmian odpornych
- usuwanie resztek roślinnych po zbiorach

W przypadku wykrycia patogena w materiale nasiennym, powinno się zmienić przeznaczenie takiego materiału, można go wykorzystać do celów spożywczych, które zawsze wiążą się z obróbką termiczną eliminującą patogeny bakteryjne.

W przypadku wykrycia w szczątkach roślin należy w miarę możliwości usunąć je z pola i zutylizować.

<b>Ryzyko fitosanitarne dla zagrożonego obszaru</b> (indywidualna ranga prawdopodobieństwa wejścia, zdomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście dokumentu)	Wysokie	<input type="checkbox"/>	Średnie	<input type="checkbox"/>	<b><u>Niskie</u></b>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Poziom niepewności oceny:</b> (uzasadnienie rangi w punkcie 18. Indywidualne rangi niepewności dla prawdopodobieństwa wejścia, zdomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście)	Wysoka	<input type="checkbox"/>	<b><u>Średnia</u></b>	<input checked="" type="checkbox"/>	Niska	<input type="checkbox"/>

**Inne rekomendacje:**

- **Brak**

Ekspresowa Analiza Zagrożenia Agrofagiem: *Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens*  
(Hedges) Collins & Jones

Przygotowana przez: dr Joanna Kamasa, dr Krzysztof Krawczyk, mgr Magdalena Gawlak,  
mgr Daria Rzepecka, dr Tomasz Kałuski  
Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, W. Węgorka 20, 60-318 Poznań  
Data: 08.11.2019

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

## Etap 1 Wstęp

**Powód wykonania PRA:** *Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens* (Cff), od roku 1975 znajduje się na liście A2 EPPO i stanowi zagrożenie głównie dla roślin z rodziny bobowatych. Poraża najczęściej fasolę zwyczajną, wywołując chorobę zwaną bakteryjnym wędnięciem fasoli. Obecność patogena stwierdzono w Polsce w roku 1983 (Matusik H., 1983) i są to jedyne dane na temat występowania na terenie kraju. Patogen występował na terenie Niemiec (Sammer i Reiher, 2012; EPPO 2019) brak pełnych danych na temat obecności w pozostałych państwach ościennych. Rośliny strączkowe, zaliczane do rodziny bobowatych, nazywane są markerami zrównoważonej konsumpcji żywności (ang. *sustainable diet*). Uprawa roślin strączkowych ze względu na swoje właściwości wspiera zrównoważone rolnictwo, wymaga znacznie mniejszych ilości wody w porównaniu do uprawy zbóż czy innych źródeł białka. Organizacje takie jak FAO, WHO i WWF, zakładają zwiększony udział produktów pochodzenia roślinnego w codziennym żywieniu (Szczebyło A. i in., 2018). Należy się więc spodziewać, że obszar uprawy roślin z rodziny bobowatych będzie wzrastał, co wiąże się ze wzrastającym prawdopodobieństwem pojawienia się *Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens*.

Ocenę zagrożenia agrofagiem przygotowano ze względu na możliwość zawleczenia nowych izolatów wraz z nasionami oraz rosnące znaczenie roślin żywicielskich.

**Obszar PRA:** Rzeczpospolita Polska

## Etap 2 Ocena zagrożenia agrofagiem

### 1. Taksonomia:

Królestwo:	Bacteria
Klasa:	Actinobacteria
Rząd:	Actinomycetales
Rodzina:	Microbacteriaceae
Rodzaj:	<i>Curtobacterium</i>
Gatunek:	<i>Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens</i>

Nazwa powszechna: *Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens*

Synonimy: *Bacterium flaccumfaciens* (Hedges), *Corynebacterium flaccumfaciens* (Hedges) Dowson), *Pseudomonas flaccumfaciens* (Hedges, Stevens)

## 2. Informacje ogólne o agrofagu:

### • Opis gatunku

*C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (Cff) (Hedges) Collins & Jones (Hedges, 1922) jest Gram-dodatnią, tlenową bakterią z rodziny Microbacteriaceae. Komórki mają kształt krótkich, nieregularnych pałeczek, występujących pojedynczo lub w parach, w starszych kulturach przybierają formę kokoidalną. Komórki są ruchliwe dzięki 1-3 lateralnie lub polarnie umieszczonym wiciom. Po 2-3 dniach inkubacji w temperaturze 24-28°C na podłożu NBY tworzą kolonie o średnicy 2-4 mm o zabarwieniu od odcieni żółtego, przez pomarańczowy do czerwonego. Bakterie Cff nie przetrwalnikują, ale przeżywają w tkankach roślinnych.

### • Przebieg choroby

*C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* powoduje tracheobakteriozę, zwaną bakteryjnym wędnięciem fasoli (ang. *Bacterial wilt* of common bean) i bakteryjną plamistość soi (ang. *Bacterial tan spot on soybeans*) (Harveson R. i.in., 2015a). Liście porażonych roślin fasoli są wiotkie, podobnie jak cała roślina, szczególnie w najgorętszych porach dnia lub pod wpływem wilgoci. Wynika to z zatykania układu naczyniowego przez bakterie, blokując fizjologiczny ruch wody akropetalnej. Inne objawy na liściach to nekrozy („wypalanie”), o nieregularnych brzegach i czasami otoczone żółtymi obwódkami i aureolami. W podatnych odmianach wędnięcie następuje 7–9 dni po zakażeniu, a nekrozy pojawiają się około 7 dni później. Przebieg choroby w czasie jest najszybszy przy temperaturach 27–30 ° C.

### • Rozprzestrzenianie

Nasiona produkowane przez rośliny zakażone *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* są także zainfekowane poprzez wiązki przewodzące (Hsieh i in., 2006). Zainfekowane nasiona mogą nie mieć objawów chorobowych, podobnie jak zainfekowane strąki, jeżeli objawy jednak wystąpią są to odbarwienia lub żółte, pomarańczowe bądź fioletowe nieregularne plamki. Zainfekowane nasiona są uważane za najważniejsze źródło inokulum i drogę rozprzestrzeniania się patogena na duże i małe odległości (Jeger i in., 2018). Największą częstotliwość przenoszenia *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* z nasionami odnotowano w przypadku fasoli zwyczajnej (Hsieh i in., 2006; Camara i in., 2009). Wtórne (tj. nie przenoszone przez nasiona) infekcje następują przez rany spowodowane przez deszcz i gradobicie, a nierzadko przez aparaty szparkowe (Evtushenko M. i Takeuchi L., 2006).

Patogen może zimować, przetrwać i zachowywać żywotność w nasionach, nawet do 24 lat w warunkach laboratoryjnych, podczas gdy na zakażonych resztkach fasoli może przetrwać w warunkach polowych przez około 8 miesięcy, w zależności od rodzaju gleby, wilgotności i warunków klimatycznych (Silva i in., 2012).

Do przenoszenia C.ff nie potrzebny jest wektor, jednak stwierdzono, że obecność nicieni *Meloidogyne incognita*, które uszkodzają tkanki roślinne, może sprzyjać infekcji (Jeger i in., 2018)

### • Rośliny żywicielskie

Rośliny gospodarze to głównie bobowate jak soja, fasola oraz groch. Przybywa doniesień na temat innych roślin jako potencjalnych żywicieli, w tym uprawianych w płodozmianie z fasolą (np. pszenica, kukurydza, słonecznik, lucerna, jęczmień, owies, rzepak i zycica) i rośliny psiankowate (Harveson i in., 2015b; Gonçalves i in., 2017; Osdaghi i in., 2018).

### • Objawy chorobowe

- brązowienie wiązek przewodzących,

- więdnienie liści, a następnie całych roślin,
- chlorozy na liściach,
- rzadziej obserwowane plamki na kwiatach,
- brązowe plamki na strąkach, rzadziej wycieki bakteryjne,
- nasiona mogą być przebarwione na żółto lub brązowo.

Choroba charakteryzuje się więdnieniem liści lub ich części, początkowo w najcieplejszych porach dnia, wraz ze spadkiem temperatury wieczorem następuje powrót do normalnego wyglądu. Więdnięcie staje się trwałe w następnych dniach w wyniku zatkania naczyń przewodzących przez bakterie, gdy dopływ wody jest odcięty; liście brązowieją, a następnie opadają. Czasami te typowe objawy więdnienia mogą nie wystąpić i pojawiają się tylko żółte martwicze zmiany liści, przypominające te wywoływane przez *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith) (Young i in., 1996; Harveson R. i in., 2015); jednakże w przypadku infekcji przez Cff, margines uszkodzenia jest bardziej nieregularny.

Nie występuje nasiąkanie wodą łądyg i liści, tak jak w zakażeniach *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (Burkholder) (Garland, J. A.; Cree, 1999).

W przypadku strąków choroba jest znacznie bardziej widoczna. Wszystkie nasiona w strąku mogą zostać zainfekowane, podczas gdy strąk pozostaje pozornie zdrowy. Jest to spowodowane infekcją poprzez wiązki przewodzące już po zawiązaniu strąków. Szwy strąków mogą być przebarwione z ciemnieniem, czasem rozciągającym się na boki. Na młodych strąkach czasami pojawiają się miejsca nasiąknięte wodą, obszar zmienia się na żółtawo-zielony lub ciemniejszy niż reszta strąka. Na dojrzałych strąkach zmiany są bardziej widoczne, mają oliwkowo-zielony kolor, w przeciwieństwie do żółtego koloru normalnego strąka. Pozornie zdrowe rośliny mogą mieć porażone objawowo pędy lub zainfekowane strąki, które są ukryte przez zdrowe liście. Nasiona odmian o białych nasionach, gdy są zakażone ogólnoustrojowo, są jasnożółte, podczas gdy zabarwienie jest mniej intensywne w odmianach z kolorowymi powłokami nasiennymi. Wewnątrz strąka może znajdować się niewielka ilość żółtego szlamu, a nasiona mogą być pomarszczone. Kolorowe mutanty poprzednio opisane jako *Corynebacterium flaccumfaciens* subsp. *aurantiacum* i *violaceum* powodują odpowiednio pomarańczowe i fioletowe przebarwienia w okrywie nasiennej (EPPO 2011).

- **Wykrywanie**

Protokół wykrywania Cff w nasionach: <https://seedhealth.org/be4-3/>

Protokół EPPO PM 7/102 (1) (EPPO, 2011)

- **Inne PRA**

Scientific Opinion on the pest categorisation of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv.

*flaccumfaciens*. EFSA Journal 2018;16(5):5299, 22 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5299>

ISSN: 1831-4732

3. Czy agrofag jest wektorem?	<del>Tak</del>	<u>Nie</u>
4. Czy do rozprzestrzenienia lub wejścia agrofaga potrzebny jest wektor?	<del>Tak</del>	<u>Nie</u>

## 5. Status regulacji agrofaga

Kraj	Lista	Rok dodania
Afryka Wschodnia	A1	2001
Maroko	Organizm kwarantannowy	2018
Afryka Południowa	A1	2001
Argentyna	A1	1995
Brazylia	A1	1993
Chile	A1	1993
Paragwaj	A1	1993
Urugwaj	A1	1993
Bahrain	A1	2003
Chiny	A1	1993
Izrael	Organizm kwarantannowy	2009
Jordan	A1	2013
Gruzja	A1	2018
Turcja	A1	2016
APPPC	A1	1993
CAHFSA	A1	1990
COSAVE	A1	1993
<b>EPPO</b>	<b>A2</b>	<b>1975</b>
EU	Annex II/B	1992
IAPSC	A1	1989

## 6. Rozmieszczenie

Kontynent	Rozmieszczenie ( <i>lista krajów lub ogólne wskazanie – np. Zachodnia Afryka</i> )	Komentarz na temat statusu na obszarze występowania ( <i>np. szeroko rozpowszechniony, natywny etc.</i> )	Źródła

Afryka	Mauritius	obecny, brak szczegółowych danych	(CABI, EPPO for the EU under Contract 90/399003, 2014)
	Tunezja	obecny, ograniczone występowanie	EPPO 2011
Ameryka Pd.	Brazylia	obecny, brak szczegółowych danych	(CABI, EPPO for the EU under Contract 90/399003, 2014)
	Kolumbia	obecny, brak szczegółowych danych	
	Wenezuela	obecny, brak szczegółowych danych	
Ameryka Pn.	Kanada	obecny, brak szczegółowych danych	H. Matusik (1983) EPPO 2019
	USA	obecny, brak szczegółowych danych	
Azja	Iran	obecny, ograniczone występowanie	
Europa	Turecja	obecny, kilka przypadków	
UE	Polska	jednorazowe doniesienie, nieobecny	
Oceania	Australia	obecny, brak szczegółowych danych	(CABI, EPPO for the EU under Contract 90/399003, 2014)

## 7. Rośliny żywicielskie i ich rozmieszczenie na obszarze PRA.

Nazwa naukowa rośliny żywicielskiej (nazwa potoczna)	Występowanie na obszarze PRA ( <i>Tak/Nie</i> )	Komentarz (np. główne/poboczne siedliska)	Źródła (dotyczy występowania agrofaga na roślinie)
<i>Glycine max</i> (soja warzywna, soja zwyczajna)	Tak	Roślina uprawna na obszarze PRA. Gatunek przejściowo dziczejąca.	EPPO 2014
<i>Ipomoea</i> sp. (wilec)	Tak	Na obszarze PRA gatunki uprawiane jako rośliny ozdobne i przejściowo dziczejące (efemerofity).	CABI

<i>Lablab purpureus</i> (= <i>Dolichos lablab</i> , wspięga pospolita)	Tak	W Polsce nasadzana tylko jako roślina ozdobna.	EPPO 2014
<i>Phaseolus coccineus</i> (fasola wielokwiatowa)	Tak	Na obszarze PRA uprawiana jako jednoroczne warzywo strączkowe i roślina ozdobna.	EPPO 2014
<i>Phaseolus lunatus</i> (Fasola połksiężycowata)	Nie	Roślina pochodząca z obszarów tropikalnych Ameryki Południowej i Środkowej. Sprowadzane nasiona do spożycia.	EPPO 2014
<i>Phaseolus vulgaris</i> (fasola zwykła, fasola zwyczajna)	Tak	Roślina uprawna na całym obszarze PRA.	EPPO 2014
<i>Vigna angularis</i> (fasola azuki, czerwona soja)	Tak	W ofercie dostępne nasiona przeznaczone do uprawy na kielki. Możliwa hodowla amatorska w warunkach domowych i gruntowych.	EPPO 2014
<i>Vigna radiata</i> (fasola złota, fasola mung)	Tak	Roślina uprawna. Na terenie PRA rzadko, ale zdobywa coraz większą popularność.	CABI
<i>Vigna unguiculata</i> (= <i>Dolichos unguiculata</i> , wspięga wężowata, fasolnik chiński)	Tak	Roślina uprawna. Na terenie PRA rzadko, głównie pod osłonami, ale może być również uprawiana w gruncie.	CABI
<i>Vigna mungo</i> var. <i>mungo</i> (fasola mungo)	Tak	Roślina uprawna. Na obszarze PRA w uprawie amatorskiej)	EPPO 2014
<i>Pisum sativum</i> (groch zwyczajny)	Tak	Roślina uprawna na całym obszarze PRA.	EPPO 2014
<i>Zornia latifolia</i> (Maconha brava)	Nie	Roślina pochodząca z Ameryki Południowej. Sprowadzany na obszar PRA surowiec zielarski.	CABI
<i>Triticum</i> (pszenica)	Tak	Roślina uprawna na całym obszarze PRA.	(R. Harveson i in., 2015)

<i>Zea mays</i> (kukurydza zwyczajna)	Tak	Roślina uprawna na całym obszarze PRA.	
<i>Helianthus sp.</i> (słonecznik)	Tak	Rośliny uprawne na obszarze PRA. Także jako rośliny ozdobne.	
<i>Medicago</i> (lucerna)	Tak	Roślina uprawiana na terenie kraju, także rośliny dziko rosnące.	
<i>Hordeum</i> (jęczmień)	Tak	Roślina uprawna na całym obszarze PRA.	(Gonçalves i in., 2017)
<i>Avena</i> (owies)	Tak	Roślina uprawna na całym obszarze PRA.	
<i>Brassica napus</i> var. <i>napus</i> (rzepak)	Tak	Roślina uprawna na całym obszarze PRA.	
<i>Lolium L.</i> <i>zygica</i>	Tak	Rośliny uprawiane i dziko rosnące na całym obszarze PRA.	
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>Sativus</i> rzodkiewka	Tak	Roślina uprawna na całym obszarze PRA, podatna na infekcje tylko w uprawie szklarniowej	
<i>Solanaceae</i> rośliny z rodziny psiankowatych	Tak	Rośliny uprawne jako warzywa i ozdobne, a także rośliny dziko rosnące na całym obszarze PRA.	(Osdaghi i in., 2018)

## 8. Drogi przenikania

Bakteria rozprzestrzenia się na krótkie i długie dystanse wraz z zainfekowanymi nasionami. Zainfekowane fragmenty roślin oraz resztki poźniwe również stanowią źródło inoculum. Istnieją doniesienia na temat metod irygacyjnych sprzyjających przeżywaniu i rozprzestrzenianiu *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* na polu, gdzie obecne były zainfekowane rośliny lub ich pozostałości. Ta droga rozprzestrzeniania jest słabo udokumentowana (Jeger i in., 2018).

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: <b>nasiona</b>
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	zainfekowane nasiona są główną drogą rozprzestrzeniania Cff



Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Częściowo zakazana (nasiona <i>Phaseolus vulgaris</i> skontaminowane <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>Flaccumfaciens</i> z Grecji i Hiszpanii)		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	żywe komórki bakteryjne		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	patogen przeżywa w suchych nasionach wiele lat		
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	<b><u>Średnie X</u></b>	Wysokie
Ocena niepewności	<b><u>Niska X</u></b>	Średnia	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: <b>fragmenty roślin</b>		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	patogen przeżywa w szczątkach roślin		
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?	żywe komórki bakteryjne		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	rośliny żywicielskie w kolejnej uprawie na polu, na którym występował patogen		
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 przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	nie		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	nie		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<u>Niskie X</u>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	<u>Niska X</u>	Średnia	Wysoka

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

Patogen został już raz wykryty na terenie Polski (Matusik H., 1983). Ze względu na wzrastający areał upraw roślin żywicielskich oraz sprzyjające warunki klimatyczne, istnieje prawdopodobieństwo zasiedlenia na obszarze PRA.

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

### 10. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w uprawach pod osłonami na obszarze PRA

Rośliny żywicielskie są głównie uprawiane w polu, stąd prawdopodobieństwo zasiedlenia pod osłonami jest niskie.

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

### 11. Rozprzestrzenienie na obszarze PRA

Patogen najczęściej rozprzestrzenia się z nasionami. Prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia na obszarze PRA będzie zależne od jakości materiału siewnego.

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

### 12. Wpływ na obecnym obszarze zasięgu

W krajach, w których patogen występuje, częstość pojawiania się choroby jest zmienna. Wartości wyższe niż 90% były odnotowane w tych regionach uprawy fasoli w USA, w których *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* jest endemiczny.

Ostatnie epidemie *C. flaccumfaciens pv. flaccumfaciens* w Ameryce Północnej, po około 20 latach nieobecności, wraz z pojawieniem się nowych pigmentowanych wariantów, wydają się być związane ze wzrostem zjadliwości patogena, który przypisuje się przenoszeniu z alternatywnych gospodarzy. Brak jest informacji na temat strat w plonach zaobserwowanych w UE, gdzie: sporadycznie zgłaszano występowanie patogena w przeszłości (Jeger i in., 2018).

### 12.01 Wpływ na bioróżnorodność

Patogen wywołuje szkody głównie w uprawach roślin bobowatych. Ze względu na brak danych dotyczących porażania roślin dziko rosnących nie można jednoznacznie ocenić wpływu na bioróżnorodność.

Środki kontroli: stosowanie certyfikowanego materiału nasiennego

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

### 12.02 Wpływ na usługi ekosystemowe

Usługa ekosystemowa	Czy szkodnik ma wpływ na tę usługę? <i>Tak/nie</i>	Krótki opis wpływu	Źródła
Zabezpieczająca	Tak	Infekcja Cff powoduje zmniejszenie plonu roślin bobowatych	(Valdo i in., 2016)
Regulująca	Nie		
Wspomagająca	Tak	Występowanie Cff pośrednio wpływa na ilość azotu atmosferycznego wiązane przez bakterie symbiotyczne roślin z rodziny bobowatych	(Biswas i Gresshoff, 2014)
Kulturowa	Nie		

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

### 12.03 Wpływ socjoekonomiczny

Brak danych na temat wpływu socjoekonomicznego na obecnym obszarze występowania.

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

### 13. Potencjalny wpływ na obszarze PRA

#### 13.01 Potencjalny wpływ na bioróżnorodność na obszarze PRA

Taki sam jak na obecnym obszarze.

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

Taki sam jak na obecnym obszarze.

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

Wystąpienie patogena uniemożliwi sprzedaż materiału siewnego.

Jeśli Nie

Ocena wielkości wpływu socjoekonomiczny na potencjalnym obszarze zasiedlenia	Niska	<b><u>Średnia X</u></b>	Wysoka
Ocena niepewności	Niska	<b><u>Średnia X</u></b>	Wysoka

### 14. Identyfikacja zagrożonego obszaru

Patogen może wywierać istotny wpływ w obszarach uprawy roślin żywicielskich, szczególnie tam, gdzie rośliny te będą uprawiane w następujących po sobie sezonach wegetacyjnych.

### 15. Zmiana klimatu.

Każdy ze scenariuszy zmian klimatu (Załącznik 1) zakłada wzrost temperatury w stosunku do wartości z okresu referencyjnego 1986–2015. Najbardziej optymistyczny scenariusz RCP 2.6 prognozuje zmiany o około 1,3°C w perspektywie każdej pory roku. Według optymistycznego RCP

4.5 nastąpi ocieplenie o 1,6/1,7°C w przedziale 2036–2065 i o około 2,3°C dla lat 2071–2100 w okresach zimowym oraz letnim. Natomiast realny scenariusz RCP 6.0 zakłada wzrost temperatury latem (marzec-sierpień) oraz zimą (wrzesień-luty) o 1,7°C dla 2036–2065 i 2,7°C dla 2071–2100. Pesymistyczna, ale prawdopodobna prognoza – RCP 8.5, spowoduje podwyższenie temperatury w okresie zimowym o około 2,3°C w latach 2036–2065 i o około 4,3°C dla 2071–2100. W porze letniej wzrost ten będzie zbliżony.

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

Bakterioza wywoływana przez Cff postępuje najszybciej przy temperaturze 27-30°C, w warunkach stresu wodnego. Zmiana klimatu, w wyniku której w sezonie wegetacyjnym zwiększy się liczba dni o takim zakresie temperatur, w stosunku do obecnych warunków, będzie wpływała na szybsze rozprzestrzenianie się patogena. Warunkiem sprzyjającym przeżywaniu Cff w szczątkach roślin jest natomiast 20°C, jeżeli w miesiącach wrzesień, październik zwiększy się liczba dni z temperaturą 20°C, więcej komórek bakteryjnych przetrwa w środowisku stanowiąc źródło inoculum dla przyszłych roślin gospodarzy, głównie dla ozimin

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

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

### 15.02 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
Wg scenariusza RCP 6.0 może nastąpić wzrost temperatury latem (marzec-sierpień) oraz zimą (wrzesień-luty) o 1,7°C dla 2036–2065 i 2,7°C, bakterie Cff najlepiej przeżywają w szczątkach roślin w temperaturze 20C, przy wyższych temperaturach (30C) przeżywa mniej komórek bakteryjnych (Silva i in. 2012) zasiedlenie na obszarze PRA będzie zależało od temperatur w sezonie jesienno-zimowym.	Ocena ekspercka
Czy wielkość rozprzestrzenienia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wielkości rozprzestrzenienia i niepewności)	Źródła
Wielkość rozprzestrzeniania zależy przede wszystkim od wielkości obszaru roślin gospodarzy, zmiany klimatu nie będą miały znacznego wpływu na wielkość rozprzestrzeniania.	Ocena ekspercka
Czy wpływ na obszarze PRA może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wpływu i niepewności)	Źródła

Zmiana klimatu może zwiększyć prawdopodobieństwo zasiedlenia na obszarze PRA a tym samym zwiększyć wpływ.	Ocena ekspercka
---	-----------------

## 16. Ogólna ocena ryzyka

Prawdopodobieństwo zasiedlenia w warunkach zewnętrznych określa się jako niskie przy średniej niepewności. Postępowanie z materiałem siewnym głównych gospodarzy reguluje dyrektywa 2000/29/WE w sprawie materiału siewnego *Phaseolus vulgaris* i *Dolichos* spp. wyłącznie w strefach chronionych (Grecja, Portugalia i Hiszpania). Istnieje prawdopodobieństwo wprowadzenia patogena wraz z nasionami gospodarzy alternatywnych, brak jest natomiast dokładnych danych na temat tej drogi rozprzestrzeniania.

Na obszarze PRA występują warunki sprzyjające rozwojowi Cff i w przypadku wprowadzenia go wraz z materiałem siewnym mógłby się rozprzestrzenić i spowodować straty ekonomiczne w uprawie. Natomiast na podstawie braku danych o wykryciach na przestrzeni ostatnich 30 lat, można stwierdzić, że patogen nie stanowi w tej chwili poważnego zagrożenia fitosanitarnego i prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia w warunkach zewnętrznych oceniono jako niskie.

Patogen łatwo się identyfikuje przy zastosowaniu dostępnych protokołów. W przypadku podejrzenia wystąpienia na obszarze PRA, potwierdzenie lub wykluczenie jego obecności nie będzie problematyczne.

### Etap 3. Zarządzanie ryzykiem zagrożenia agrofagiem

#### 17. Środki fitosanitarne

- stosowanie certyfikowanych nasion
- stosowanie odmian odpornych
- usuwanie resztek roślinnych po zbiorach

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

Możliwe drogi przenikania (w kolejności od najważniejszej)	Możliwe środki
zainfekowany materiał siewny	kontrola fitosanitarna

#### 17.02 Środki zarządzania eradykacją, powstrzymywaniem i kontrolą

Materiał siewny w którym wykryto obecność patogena powinien zostać przeznaczony do celów spożywczych, w których będzie podlegał obróbce termicznej.  
Rośliny zainfekowane patogenem powinny zostać zebrane i zutilizowane.

#### 18. Niepewność

Źródłem niepewności jest nie do końca poznany zakres alternatywnych gospodarzy mogących stanowić rezerwar dla patogenów. W wielu krajach europejskich patogen występował w przeszłości co świadczy o sprzyjających warunkach dla jego rozwoju.

Na chwilę obecną szczegółowe PRA nie jest niezbędne ze względu na brak doniesień o nowych wykryciach na obszarze PRA i w państwach ościennych.

#### 19. Uwagi

Brak

#### 20. Źródła

Biswas, B., Gresshoff, P. M. (2014) 'The role of symbiotic nitrogen fixation in sustainable production of biofuels', *International Journal of Molecular Sciences*, 15(5), pp. 7380–7397. doi: 10.3390/ijms15057380.

CABI, EPPO for the EU under Contract 90/399003 (2014) 'Curtobacterium flaccumfaciens EPPO Data Sheets on Quarantine Pests', pp. 1–4.

Camara, R. C., Vigo, S. C. and Maringoni, A. C. (2009) 'Plant-to-seed transmission of Curtobacterium Flaccumfaciens pv. Flaccumfaciens in a dry bean cultivar', *Journal of Plant Pathology*, 91(3), pp. 549–554.

EPPO (2011) 'Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens PM 7/102 (1)', EPPO Bulletin, 41(3), pp. 320–328. doi: 10.1111/j.1365-2338.2011.02496.x.

EPPO (2019) EPPO Global Database (available online). <https://gd.eppo.int>

Evtushenko M. Takeuchi L. (2006) The family Microbacteriaceae. In: Dworkin M, Falkow S, Rosenberg E, Schleifer KH and Stackebrandt E (eds.), The prokaryotes, 3rd ed. Springer Science, New York, USA.

Garland, J. A.; Cree, L. A. (1999) 'Plant health risk assessment: Review of Distribution Maps of Quarantine Pests for Europe (CABI/EPPO, 1998). PRA 99-39. Canadian Food Inspection Agency, Nepean, Canada. Garland, J. A.; Cree, L. A. (1999)', p. 1999.

Gonçalves, R. M. (2017) 'Alternative hosts of Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens, causal agent of bean bacterial wilt', *European Journal of Plant Pathology*, 148(2), pp. 357–365. doi: 10.1007/s10658-016-1094-4.

Harveson, R., Schwartz H., Urrea C., Yonts, C. (2015) 'First Investigations of Bacterial Wilt Further Incidence and Distribution of the Disease Within the United States 2004 Epidemic', *Plant Disease*, (July), pp. 1665–1677. a

Harveson, R., Schwartz H., Urrea C., Yonts, C. (2015) 'Bacterial Wilt of Dry-Edible Beans in the Central High Plains of the U.S.: Past, Present, and Future', *Plant Disease*, 99(12), pp. 1665–1677. doi: 10.1094/pdis-03-15-0299-fe. b

Hsieh, T. F., Huang, H. C. and Erickson, R. S. (2006) 'Bacterial wilt of common bean: Effect of seedborne inoculum on disease incidence and seedling vigour', *Seed Science and Technology*, 34(1), pp. 57–67. doi: 10.15258/sst.2006.34.1.07.

Jeger M., Bragard C., Caffier D., Candresse T., Chatzivassiliou E., Dehnen-Schmutz K., Gilioli G., Gregoire J.C., Miret J.A.J., MacLeod A., Navajas Navarro M, Niere B., Parnell S., Potting R., Rossi T.V, Urek G., Van Bruggen A., Van der Werf W., West J., Winter S., Tegli S., Hollo G., Caffier D. (2018) 'Pest categorisation of Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens', *EFSA Journal*, 16(5). doi: 10.2903/j.efsa.2018.5299.

Matusik H. (1983) 'Bakteriozy roślin strączkowych / Bacterial diseases of legumes', *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, (150), p. 7837.

Osdaghi, E., Taghavi, S. M., Hamzehzarghani, H., Fazliarab A., Harveson, R. M., Tegli, S., Lamichhane, J. R. (2018) 'Epiphytic Curtobacterium flaccumfaciens strains isolated from symptomless solanaceous vegetables are pathogenic on leguminous but not on solanaceous plants', *Plant Pathology*, 67(2), pp. 388–398. doi: 10.1111/ppa.12730.

Sammer, UF, Reiher, K (2012) *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* on soybean in Germany – a threat for farming. *Journal of Phytopathology* 160(6), pp. 314-316

Silva, T. A.F., Negrao, D. R., Itako, A. T., Maringoni, A. C. (2012) 'Survival of Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens in soil and bean crop debris', *Journal of Plant Pathology*, 94(2), pp. 331–337.

Szczybyło, A., Halicka E., Ł. K. (2018) 'Spożycie nasion roślin strączkowych w Polsce jako element modelu zrównoważonej konsumpcji żywności', pp. 35–45.



Valdo, S. C.D., Wendland A., Araújo L. G., Melo L. C., Pereira H. S., Melo P. G., Faria L. C. (2016) 'Differential interactions between *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* and common bean', *Genetics and Molecular Research*, 15(4), pp. 1–16. doi: 10.4238/gmr15048712.

Young JM, Saddler GS, Takikawa Y, De Boer SH, Vauterin L, Gardan L, G. R. and S. DE (1996) 'Names of plant pathogenic bacteria 1864–1995. Review of Plant Pathology', 26(4), pp. 551–556.

## Załącznik 1

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

RCP 2.6	2036-2065 IX-	2071-2100 IX-	2036-2065 XII-	2071-2100 XII-
	XI	XI	II	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-	2071-2100 IX-	2036-2065 XII-	2071-2100 XII-
	XI	XI	II	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
<b>RCP6.0</b>	<b>2036-2065 IX- XI</b>	<b>2071-2100 IX- XI</b>	<b>2036-2065 XII- II</b>	<b>2071-2100 XII- II</b>
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
<b>RCP 8.5</b>	<b>2036-2065 IX- XI</b>	<b>2071-2100 IX- XI</b>	<b>2036-2065 XII- II</b>	<b>2071-2100 XII- II</b>
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.

<b>RCP 2.6</b>	<b>2036-2065 III- V</b>	<b>2071-2100 III- V</b>	<b>2036-2065 VI- VIII</b>	<b>2071-2100 VI- VIII</b>
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
<b>RCP4.5</b>	<b>2036-2065 III- V</b>	<b>2071-2100 III- V</b>	<b>2036-2065 VI- VIII</b>	<b>2071-2100 VI- VIII</b>
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
<b>RCP6.0</b>	<b>2036-2065 III- V</b>	<b>2071-2100 III- V</b>	<b>2036-2065 VI- VIII</b>	<b>2071-2100 VI- VIII</b>
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
<b>RCP 8.5</b>	<b>2036-2065 III- V</b>	<b>2071-2100 III- V</b>	<b>2036-2065 VI- VIII</b>	<b>2071-2100 VI- VIII</b>
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-	2071-2100 IX-	2036-2065 XII-	2071-2100 XII-
	XI	XI	II	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-	2071-2100 IX-	2036-2065 XII-	2071-2100 XII-
	XI	XI	II	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
<b>RCP 6.0</b>	<b>2036-2065 IX- XI</b>	<b>2071-2100 IX- XI</b>	<b>2036-2065 XII- II</b>	<b>2071-2100 XII- II</b>
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
<b>RCP 8.5</b>	<b>2036-2065 IX- XI</b>	<b>2071-2100 IX- XI</b>	<b>2036-2065 XII- II</b>	<b>2071-2100 XII- II</b>
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.

<b>RCP 2.6</b>	<b>2036-2065 III-V</b>	<b>2071-2100 III-V</b>	<b>2036-2065 VI-VIII</b>	<b>2071-2100 VI-VIII</b>
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



<b>RCP 4.5</b>	<b>2036-2065 III- V</b>	<b>2071-2100 III- V</b>	<b>2036-2065 VI- VIII</b>	<b>2071-2100 VI- VIII</b>
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
<b>RCP 6.0</b>	<b>2036-2065 III- V</b>	<b>2071-2100 III- V</b>	<b>2036-2065 VI- VIII</b>	<b>2071-2100 VI- VIII</b>
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
<b>RCP 8.5</b>	<b>2036-2065 III-V</b>	<b>2071-2100 III-V</b>	<b>2036-2065 VI-VIII</b>	<b>2071-2100 VI-VIII</b>
ACCESS1-0	152,4	139,4	152,2	133,6
ACCESS1-3	145,4	176,8	160,9	151,8
CCSM4	123,2	133,4	197,0	176,6
CMCC-CESM	165,4	169,6	230,6	228,9
CMCC-CM	148,0	130,3	208,4	181,8
CMCC-CMS	150,3	161,7	211,2	188,4
CNRM-CM5	158,5	171,7	241,1	246,8
GISS-E2-H	124,4	117,7	203,8	206,6
GISS-E2-H-CC	145,9	133,5	250,2	215,3
GISS-E2-R	146,0	138,4	253,7	220,3
GISS-E2-R-CC	128,6	132,0	226,1	216,9
HadGEM2-AO	122,0	128,3	134,0	93,9
HadGEM2-CC	144,6	175,4	158,0	133,5
HadGEM2-ES	137,4	142,3	156,1	132,4
inmcm4	119,9	117,3	177,2	163,0
IPSL-CM5A-LR	121,4	120,4	233,1	213,0
IPSL-CM5A-MR	126,8	136,3	194,8	175,2
IPSL-CM5B-LR	130,3	142,0	220,0	220,0
MIROC5	154,4	145,0	214,3	232,2
MIROC-ESM	148,2	178,3	263,4	264,2
MPI-ESM-LR	139,0	147,4	182,5	152,4
MPI-ESM-MR	150,1	151,0	182,2	151,0
MRI-CGCM3	125,9	152,5	229,5	246,9
MRI-ESM1	140,5	160,7	224,5	235,6
NorESM1-M	127,6	129,7	205,6	192,8
NorESM1-ME	131,7	147,7	213,4	204,5
ŚREDNIA:	138,8	145,3	204,8	191,4
ZMIANA (%):	15,3	20,7	-1,3	-7,8
5,00%	121,55	118,375	153,175	132,675
95,00%	157,475	176,45	252,825	246,875

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

		IX-XI	XII-II	III-VI	VII-X
1986-2015 à		8,5	-0,7	8,1	17,6
RCP 2.6	2036-2065	1,2	1,29	1,26	1,27
	2071-2100	1,19	1,28	1,15	1,23
RCP 4.5	2036-2065	1,48	1,76	1,5	1,71
	2071-2100	2,1	2,55	2,08	2,29
	2036-2065	1,5	1,65	1,44	1,64

RCP 6.0	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