

Podsumowanie Analizy Zagrożenia Agrofagiem (Ekspres PRA) dla ' <i>Hymenoscyphus fraxineus</i> '						
Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska						
Opis obszaru zagrożenia: Obszar całego kraju						
<p>Główne wnioski</p> <p><i>Hymenoscyphus fraxineus</i> jest jednym z najważniejszych patogenów jesionów (<i>Fraxinus</i> spp.), powodującym ich zamieranie. W Polsce pospolicie występuje jesion wyniosły (<i>F. excelsior</i>) oraz w mniejszym stopniu inne gatunki rodzaju <i>Fraxinus</i>, również podatne na patogen. Istnieje ryzyko wniknięcia i rozprzestrzenienia się grzyba z uwagi na sprzyjający klimat panujący na obszarze PRA oraz jego obecność w prawie całej Europie. W przypadku wystąpienia patogenu na stanowiskach, gdzie nie był on dotychczas notowany, może dojść do znacznych strat w puli drzewostanów jesionowych, szczególnie młodych drzew, które są najbardziej podatne na zamieranie. Wysokie ryzyko wniknięcia wiąże się z naturalnym rozprzestrzenianiem się <i>H. fraxineus</i>. W przypadku pojawienia się charakterystycznych objawów chorobowych w szkółkach konieczne jest przeprowadzenie oprysków fungicydowych lub niszczenie porażonych roślin i ich resztek. Drewno i produkty drzewne pochodzące z importu powinny być wolne od objawów chorobowych i poddane bezwzględny kontrolom fitosanitarnym. W przypadku przedostania się patogenu do środowiska naturalnego kontrola jego występowania jest bardzo trudna.</p>						
Ryzyko fitosanitarne dla zagrożonego obszaru <i>(indywidualna ranga prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście dokumentu)</i>	Wysokie	<input type="checkbox"/>	<u>Średnie</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	Niskie	<input type="checkbox"/>
Poziom niepewności oceny: <i>(uzasadnienie rangi w punkcie 18. Indywidualne rangi niepewności dla prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście)</i>	Wysoka	<input type="checkbox"/>	<u>Średnia</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	Niska	<input type="checkbox"/>
Inne rekomendacje: Brak						

Ekspresowa Analiza Zagrożenia Agrofagiem: *Hymenoscyphus fraxineus*

Przygotowana przez: mgr inż. Weronika Zenelt, dr Katarzyna Sadowska, dr Katarzyna Pieczul, mgr Magdalena Gawlak, mgr Daria Rzepecka, dr Tomasz Kałuski
Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań
Data: 07.10.2019

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: *Hymenoscyphus fraxineus* jest jednym z najważniejszych patogenów jesionów (*Fraxinus* spp.). Powoduje zamieranie zarówno drzewostanów dojrzałych, jak i młodych osobników, które są bardzo podatne na porażenie. Największe szkody może generować na obszarach o znacznym zagęszczeniu roślin żywicielskich. W Polsce pospolitym gatunkiem jesionu jest jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior*), ale spotykane są także inne gatunki z tego rodzaju. Występowanie *Hymenosyphus fraxineus* zostało stwierdzone we wszystkich krajach sąsiadujących z Polską oraz praktycznie w całej Europie. Istnieje realne ryzyko wniknięcia i rozprzestrzenienia się patogenu w kraju, zarówno w szkółkach, roślinności miejskiej jak i nasadzeniach przydomowych, a przede wszystkim na obszarach naturalnego występowania jesionów.

Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska

Etap 2 Ocena zagrożenia agrofagiem

1. Taksonomia:

Królestwo: *Fungi*

Gromada: *Ascomycota*

Klasa: *Leotiomycetes*

Podklasa: *Leotiomycetidae*

Rząd: *Helotiales*

Rodzina: *Helotiaceae*

Rodzaj: *Hymenoscyphus*

Gatunek: *Hymenoscyphus fraxineus* (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya

Synonimy: *Chalara fraxinea* Kowalski, *Hymenoscyphus pseudoalbidus* Queloz, Gruenig, Berndt, Kowalski, Sieber & Holdenriede

Nazwa powszechna: zamieranie jesionów, więdnienie jesionów

Inne nazwy powszechnie: ash dieback, dieback of ash (ang.); chalarose du frêne, dépérissement du frêne (fr.); Eschentriebsterben, falsche weiße Stengelbecherchen (niem.); Суховершинность ясеня (ros.)

Kod EPPO: CHAAFR

2. Informacje ogólne o agrofagu:

Cykl życiowy

W roku 2006 w literaturze naukowej patogen został opisany po raz pierwszy pod nazwą *Chalara fraxinea*. Dopiero cztery lata później odkryto fakt, iż *Chalara fraxinea* była tylko anamorficznym (aseksualnym) stadium grzyba, któremu w następstwie nadano nazwę *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. Finalnie uzyskał aktualne nazewnictwo, tj. *Hymenoscyphus fraxineus* (stadium płciowe) (Gross i wsp., 2012).

Biologia *Hymenoscyphus fraxineus* nie jest w pełni zrozumiała, a rola konidiów wytwarzanych przez tego grzyba w cyklu życiowym pozostaje niejasna. Jak dotąd nigdy nie zaobserwowano ich kiełkowania w warunkach *in vitro*, co sugeruje, iż mogą nie stanowić źródła inokulum. Ponadto, konidia te wytwarzane są w otoczeniu lepkich kropelek, co czyni je źle przystosowanymi do rozprzestrzeniania się w powietrzu. Przeciwny przypadek stanowią askospory, gdzie potwierdzono ich udział w procesie infekcji na podstawie wysokiej różnorodności genotypowej wśród izolatów grzyba zebranych z różnych części Europy. Askospory produkowane są w apotecjach pojawiających się głównie na ogonkach liściowych w ściółce powstałej z zeszłorocznego opadu liści (Chandelier i wsp., 2014), gdzie można obserwować je od czerwca do października w postaci białych lub kremowych owocników o średnicy 1,5-5 mm. Rzadziej natomiast są one zauważalne na pędach młodych (1-3 lata) martwych jesionów (Kirisits i Freinschlag, 2012).

Askospory *H. fraxineus* przenoszone są przez wiatr, gdzie w trakcie doby rozproszenie z najwyższą szybkością zachodzi w okolicach poranka, tj. między 6.00 a 8.00 rano. Duża różnorodność genotypów sugeruje, iż to właśnie askospory są głównym źródłem rozproszenia grzyba na odległość, co niewątpliwie umożliwi rozprzestrzenianie choroby na nowe obszary (Gross i wsp., 2012). *Hymenoscyphus fraxineus* może być przenoszony na duże odległości poprzez obrót zainfekowanym materiałem roślinnym. Kwantyfikacja zarodników unoszących się w powietrzu jest warunkiem wstępnym do oceny wpływu warunków meteorologicznych i charakterystyki drzewostanu na rozprzestrzenianie się choroby (Chandelier i wsp., 2014).

Drogą przenikania grzyba do rośliny żywicielskiej są młode jej części, jak łodygi, liście czy pędy przybyszowe, skąd patogen przemieszcza się dalej do drzewiastej tkanki. Ponadto infekjom liści przypisuje się kluczową rolę w cyklu chorobowym, gdyż domniemywa się i traktuje je jako główną drogę przenikania i rozwoju grzyba do pędów i gałęzek drzew (Kirisits i Freinschlag, 2012).

Rośliny żywicielskie

Obecność grzyba odnotowano przede wszystkim na jesionie wyniosłym (*Fraxinus excelsior*) (Kowalski, 2006; Jankovský i Holdenrieder, 2009; Cleary i wsp., 2016; Gross i Sieber, 2016; Drenkhan i wsp., 2017a; Drenkhan i wsp., 2017b). Równie podatny jest jesion mandżurski (*Fraxinus mandshurica*) (Gross i Holdenrieder, 2015; Cleary i wsp., 2016; Drenkhan i wsp., 2017), jesion amerykański (*Fraxinus americana*) (Drenkhan i wsp., 2017a; Heinze i wsp., 2017), jesion wąskolistny (*Fraxinus angustifolia*) (Kirisits i wsp., 2010; Heinze i wsp., 2017), jesion pensylwański (*Fraxinus pennsylvanica*= *F. tomentosa*) (Gross i Sieber, 2016; Drenkhan i wsp., 2017a), jesion czarny (*Fraxinus nigra*) (Drenkhan i wsp., 2017a), jesion mannowy (*Fraxinus ornus*) (Rozsypálek i wsp., 2017; Heinze i wsp., 2017) czy jesion koreański (*Fraxinus rhynchophylla*) (Davydenko i Meshkova, 2017). Donoszono również, iż *Fraxinus sogdiana* (jesion sodgyjski), gatunek występujący w Środkowej Azji, jest podatny na *H. fraxineus* (Cleary i wsp., 2016; Drenkhan i wsp., 2017a). Istnieją przypuszczenia, iż grzyb może porażać także jesion chiński (*Fraxinus chinensis*) (Nielsen i wsp., 2017), jesion karłoński (*Fraxinus caroliniana*= *F. pauciflora*), jesion aksamitny (*Fraxinus velutina*) i jesion afgański (*Fraxinus xanthoxyloides*) (Queloz i wsp., 2017).

Symptomy

Zamieranie jesionu charakteryzuje się bardzo szerokim zakresem objawów. Wędnięcie liści, zamieranie pędów, zmiany o charakterze martwiczym kory czy przebarwienia drewna to najbardziej oczywiste symptomy choroby. Najbardziej widoczne są nekrotyczne zmiany chorobowe i zrakowacenia na korze, połączone z przebarwieniami drewna, prowadzące w konsekwencji do zamierania pędów, gałązek, gałęzi i mniejszych łodyg rośliny. Pierwszymi objawami mogącymi sugerować pojaw patogenicznego grzyba są także małe zmiany nekrotyczne na ogonkach liści i na ich użytkowaniu. Drzewa mogą być zaatakowane w różnym wieku, bez względu na miejsce ich występowania, zarówno w lasach, szkółkach, na terenach zieleni miejskiej, wzdłuż poboczy dróg. W przypadku młodych osobników drzew patogen może doprowadzić do ich śmierci, natomiast na starszych egzemplarzach choroba przybiera charakter przewlekły, co prowadzi do ogólnego osłabienia rośliny i większej jej podatności na inne szkodliwe czynniki. Odnotowano niejednokrotnie śmiertelność jesionu obejmującą kilka hektarów (Kirisits i wsp., 2009; Kowalski i Holdenrieder, 2009; Timmermann i wsp., 2011; Kirisits i Freinschlag, 2012).

Wykrywanie i identyfikacja

Grzyb można zidentyfikować stosując techniki molekularne. Do identyfikacji *H. fraxineus* stosuje się metody oparte o specyficzne dla gatunku regiony ITS, umożliwiające szybkie i niezawodne wykrywanie patogenu bezpośrednio z zainfekowanych tkanek (Johansson i wsp., 2010; Adamčíková i wsp., 2015). Sekwencje regionów ITS rDNA dla teleomorfy i anamorfy są dostępne w GenBank. Grzyba można również z powodzeniem identyfikować *in vitro* i *in vivo* w zakażonych liściach jesionu za pomocą spektrometrii masowej, przy wykorzystaniu specyficznych metabolitów wtórnych wytwarzanych przez patogena i traktować je jako markery jego obecności (Pham i wsp., 2013). W przypadku metod monitorowania inokulum unoszącego się w powietrzu, zwraca się uwagę na dwa aspekty: pobieranie próbek zarodników i wykrywanie przetrwalników. Wśród wolumetrycznych pułapek zarodników to pułapki ssące okazały się niezawodne w ich gromadzeniu. Szczególnie przydatne mogą być pułapki, którym towarzyszą pomiary meteorologiczne. W związku z tym wykorzystuje się także diagnostykę mikroskopową (Chandelier i wsp., 2014).

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

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

5. Status regulacji agrofaga

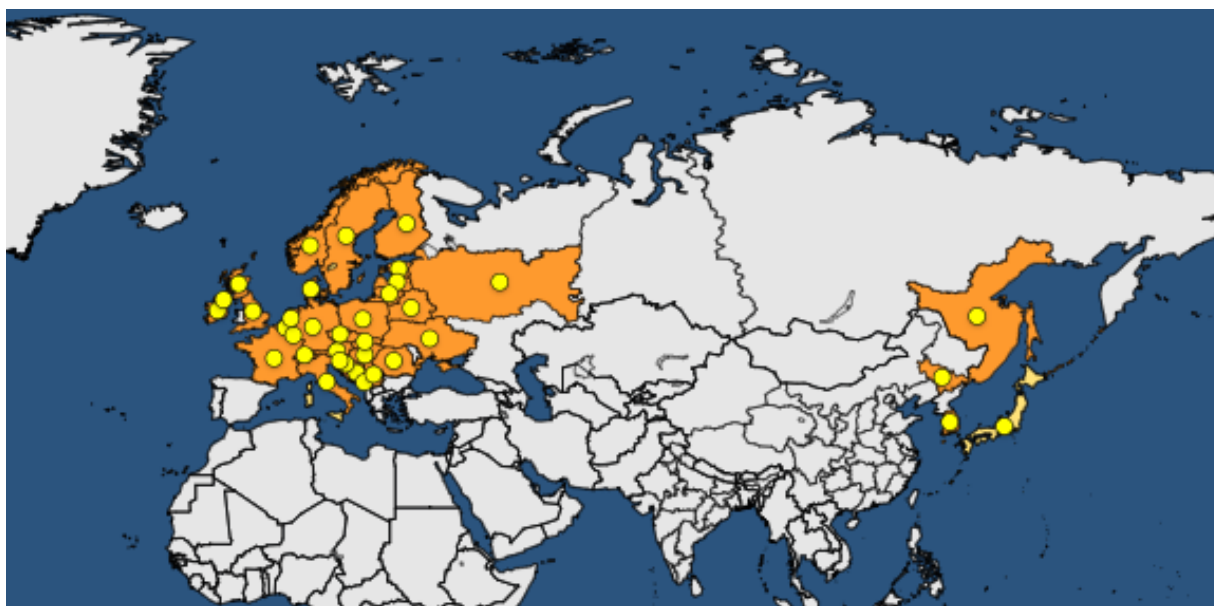
Kraj	Lista	Rok dodania	Rok usunięcia
Kanada	Quarantine pest	2019	
Kazachstan	A1 list	2017	
EAEU	A1 list	2016	
EPPO	Alert list (formerly)	2007	2014

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
Azja	Chiny, Jilin	Obecny	EPPO 2019; Zheng i Zhuang, 2014
	Japonia	Obecny	EPPO 2019; Zhao i wsp., 2012
	Korea Południowa	Obecny	EPPO 2019; Han i wsp., 2014
Europa			
	Austria	Szeroko rozpowszechniony	EPPO 2019; Kirisits i Schwanda, 2015; Timmermann i wsp., 2011
	Białoruś	Obecny	EPPO 2019; Musolin i wsp., 2017
	Belgia	Szeroko rozpowszechniony	EPPO 2019; Chandelier i wsp., 2011
	Bośnia i Hercegowina	Ograniczone występowanie	EPPO 2019; Stanivuković i wsp., 2014
	Chorwacja	Obecny	EPPO 2019; Baric i wsp., 2010; Baric i wsp., 2012
	Czechy	Szeroko rozpowszechniony	EPPO 2019; Jankovský i Holdenrieder 2009
	Dania	Szeroko rozpowszechniony	EPPO 2019; Skovsgaard i wsp., 2010; Timmermann i wsp., 2011
	Estonia	Obecny	EPPO 2019; Rytkönen i wsp., 2011; Timmermann i wsp., 2011
	Finlandia	Ograniczone występowanie	EPPO 2019; Lilja i wsp., 2011; Rytkönen i wsp., 2011; Timmermann i wsp., 2011; NPPO of Finland
	Francja	Ograniczone występowanie	EPPO 2019; Husson i wsp., 2011

	Holandia	Szeroko rozpowszechniony	EPPO 2019; Siebel i Reichgelt, 2011; Lageschaar, 2012
	Irlandia	Ograniczone występowanie	EPPO 2019; DAFM of Ireland
	Litwa	Obecny	EPPO 2019; Bakys i wsp., 2011
	Luksemburg	Obecny	EPPO 2019
	Łotwa	Szeroko rozpowszechniony	EPPO 2019; Cleary i wsp., 2013; Laivins i wsp., 2016
	Ukraina	Ograniczone występowanie	EPPO 2017; Davydenko i wsp., 2013
	Niemcy	Szeroko rozpowszechniony	EPPO 2019; Schumacher, 2011; Baumann i wsp., 2012
	Polska	Obecny	EPPO 2019; Kowalski, 2006; Pacia i wsp., 2017
	Szwajcaria	Obecny	EPPO 2019; Gross i wsp., 2012
	Rumunia	Obecny	EPPO 2019; Kirisits i wsp., 2009
	Słowacja	Szeroko rozpowszechniony	EPPO 2019; Kirisits i wsp., 2009
	Norwegia	Ograniczone występowanie	EPPO 2019; Talgo i wsp., 2009
	Czarnogóra	Ograniczone występowanie	EPPO 2019; Milenković i wsp., 2017
	Słowenia	Ograniczone występowanie	EPPO 2019; Ogris i wsp., 2009
	Serbia	Ograniczone występowanie	EPPO 2019; Keča i wsp., 2017
	Szwecja	Obecny	EPPO 2019; Stener, 2013
	Węgry	Ograniczone występowanie	EPPO 2019; Szabó, 2009
	Rosja Centralna	Ograniczone występowanie	EPPO 2019; Musolin i wsp., 2017
	Rosja, Daleki Wschód	Obecny	EPPO 2019; Denkhan i wsp., 2017

	Wielka Brytania, Anglia	Ograniczone występowanie	EPPO 2019; Cannon, 2013
	Włochy	Ograniczone występowanie	EPPO 2019; Luchi i wsp., 2016
	Wielka Brytania, Północna Irlandia	Obecny	EPPO 2019; Cannon, 2013
	Wielka Brytania, Szkocja	Obecny	EPPO 2019



Źródło: <https://gd.eppo.int/taxon/CHAAFR/distribution>

7. Rośliny żywicielskie i ich rozmieszczenie na obszarze PRA.

Nazwa naukowa rośliny żywicielskiej (nazwa potoczna)	Występowanie na obszarze PRA (Tak/Nie)	Komentarz (np. główne/poboczne siedliska)	Źródła (dotyczy występowania agrofaga na roślinie)
<i>Fraxinus excelsior</i> (jesion wyniosły)	Tak	Rodzime drzewo, rosnące na siedliskach łągowych. Nasadzone w parkach, ogrodach, przestrzeni miejskiej. Cały obszar PRA.	EPPO 2019; CABI 2019
<i>Fraxinus americana</i> (jesion amerykański)	Tak	Drzewo sporadycznie uprawiane w rejonie PRA. Nasadzone głównie w ogrodach, parkach, przestrzeni miejskiej jako drzewo ozdobne.	EPPO 2019; CABI 2019
<i>Fraxinus angustifolia</i> (jesion wąskolistny)	Tak	Drzewo uprawiane w rejonie PRA. Nasadzone głównie w ogrodach, parkach, przestrzeni miejskiej.	EPPO 2019; CABI 2019

<i>Fraxinus mandshurica</i> (jesion mandżurski)	Tak?	Prawdopodobnie pojedyncze egzemplarze mogą rosnąć w arboretach, ogrodach botanicznych lub w uprawie amatorskiej.	EPPO 2019; CABI 2019
<i>Fraxinus nigra</i> (jesion czarny)	Tak?	Prawdopodobnie pojedyncze egzemplarze mogą rosnąć w arboretach, ogrodach botanicznych lub w uprawie amatorskiej jako drzewo ozdobne.	EPPO 2019; CABI 2019
<i>Fraxinus ornus</i> (jesion mannowy)	Tak	Drzewo nasadzone na całym obszarze PRA.	EPPO 2019; CABI 2019
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> (jesion pensylwański)	Tak	Drzewo nasadzone na całym obszarze PRA, głównie w parkach i wzdłuż dróg. Także dziczejące.	EPPO 2019; CABI 2019
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> = <i>F. chinensis</i> subsp. <i>rhynchophylla</i> (jesion koreański)	Tak	Prawdopodobnie pojedyncze egzemplarze mogą rosnąć w arboretach, ogrodach botanicznych lub w uprawie amatorskiej.	EPPO 2019; Davidenko i Meshkova, 2017
<i>Fraxinus sogdiana</i> (jesion sogdyjski)	Nie?	Prawdopodobnie niespotykany na obszarze PRA.	EPPO 2019; CABI 2019
<i>Fraxinus chinensis</i> (jesion chiński)	Tak	Drzewo sporadycznie spotykane na terenie PRA – głównie w arboretach, czasem w uprawie amatorskiej. Jednak dostępne są sadzonki w niektórych szkółkach na terenie PRA.	EPPO 2019; Nielsen i wsp., 2017
<i>Fraxinus pauciflora</i> = <i>Fraxinus caroliniana</i> (jesion karłoński)	Nie?	Prawdopodobnie niespotykany na obszarze PRA.	EPPO 2019; Queloz i wsp., 2017
<i>Fraxinus velutina</i> (jesion aksamitny)	Tak?	Prawdopodobnie pojedyncze egzemplarze mogą rosnąć w arboretach, ogrodach botanicznych lub w uprawie amatorskiej.	EPPO 2019; Queloz i wsp., 2017
<i>Fraxinus xanthoxyloides</i> Jesion afgański	Tak?	Prawdopodobnie pojedyncze egzemplarze mogą rosnąć w arboretach, ogrodach botanicznych lub w uprawie amatorskiej.	EPPO 2019; Queloz i wsp., 2017

8. Drogi przenikania

Możliwa droga przenikania	Naturalne rozprzestrzenienie		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen może rozprzestrzenić się drogą powietrzną za pomocą askospor na długie dystanse.		
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?	Askospory		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Odpowiednia pogoda i warunki atmosferyczne. Patogen występuje w krajach sąsiadujących z Polską.		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak		
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak		
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Tak		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Tak		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie	Średnie	Wysokie X
Ocena niepewności	Niska X	Średnia	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Transport roślin przeznaczonych do sadzenia		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen może przedostać się wraz z zasiedloną rośliną.		
Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Nie		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Strzępki bądź askospory znajdujące się na porażonej roślinie lub jej fragmentach.		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Import roślin z miejsc występowania <i>Hymenoscyphus fraxineus</i>		
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, wysoka niepewność co do wielkości importu drzewek do sadzenia z obszarów występowania patogenu.		

Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Tak		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie	Średnie X	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	Średnia	Wysoka X

Możliwa droga przenikania	Transport drewna i produktów drzewnych		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen może przedostać się wraz z zasiedlonymi fragmentami roślin, takimi jak drewno okrągłe z korą, drewno okrągłe bez kory, drewno przetarte, wióry, trociny, drewniane materiały opakowaniowe itp.		
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?	Strzępki grzyba		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Import drewna i produktów drzewnych z miejsc występowania <i>H. fraxineus</i> ; zła praktyka fitosanitarna. Patogen występuje na Ukrainie, z której importujemy średnio około 12 tys ton jesionu rocznie (Eurostat, 2019).		
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, niepewność związana jest z brakiem informacji na temat występowania patogenu na obszarze sąsiadujących krajów.		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Tak		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie	Średnie	Wysokie X
Ocena niepewności	Niska	Średnia X	Wysoka

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

H. fraxineus jest organizmem tolerancyjnym na zimno, z optymalną dla niego temperaturą około 20–22°C, brak wzrostu notuje się powyżej 28°C. Warunki klimatyczne na terenie Polski umożliwiają zatem przeżycie i rozprzestrzenianie się patogenu.

Czynnikiem wspierającym możliwość zasiedlenia się *H. fraxineus* na obszarze PRA jest powszechna dostępność roślin żywicielskich. Ponadto, wcześniejsze już stwierdzenie obecności patogenu na obszarze PRA może sugerować potencjalny ponowny pojaw.

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

10. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w uprawach pod osłonami na obszarze PRA

Może istnieć możliwość zasiedlenia patogenu w uprawach pod osłonami, w szczególności zajmującymi się uprawą i obrotem drzewek bonsai.

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 występuje na obszarze PRA. W przypadku pojawienia się zainfekowanych roślin lub ich części na obszarze PRA, grzyb może być rozprzestrzeniany na duże odległości poprzez jego zarodniki (askospory). Rośliny żywicielskie to w większości pospolicie występujące gatunki na obszarze PRA – w lasach, parkach, nasadzeniach przydomowych, arboretach. Resztki roślin, w tym przede wszystkim ściółka powstała z opadłych liści roślin żywicielskich, mogą być potencjalnym źródłem infekcji (apotecja).

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

12. Wpływ na obecnym obszarze zasięgu

12.01 Wpływ na bioróżnorodność

Grzyb ten może powodować straty o różnym nasileniu w zależności od tego, czy dotknięte drzewa są w lasach, sadzone jako rośliny ozdobne, czy hodowane w szkółkach. Rozpad drzewostanów z dużym udziałem jesionów ma istotny wpływ na bioróżnorodność. Następuje zmiana składu gatunkowego tych drzewostanów, a w konsekwencji daleko idące zmiany w różnorodności biologicznej.

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

12.02 Wpływ na usługi ekosystemowe

Usługa ekosystemowa	Czy szkodnik ma wpływ na tę usługę? <i>Tak/nie</i>	Krótki opis wpływu	Źródła

Zabezpieczająca	Tak	Redukcja liczebności drzew <i>Fraxinus</i> sp.	
Regulująca	Tak	W przypadku rozpadu drzewostanów z dużym udziałem jesionów nastąpią zmiany w bioróżnorodności, może dojść do erozji gleby i zakłócenia stosunków wodnych, jest to szczególnie istotne, ponieważ siedliska, w których rośnie jesion są najczęściej wilgotne.	
Wspomagająca	Tak	W przypadku rozpadu drzewostanów z dużym udziałem jesionów przerwane zostanie pozyskanie cennego surowca, jakim jest drewno jesionowe oraz zachwiana zostanie stabilność siedlisk, w których duży udział stanowią jesiony.	
Kulturowa	Tak	Obniżenie walorów turystycznych i pogorszenie doznań estetycznych poprzez uszkodzenie lub wypadanie drzew, np. w parkach, arboretach, ogrodach.	Kirisits i wsp., 2009; Kowalski i Holdenrieder, 2009

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

12.03 Wpływ socjoekonomiczny

Patogen powoduje obumieranie jesionów co z całą pewnością prowadzi do strat ekonomicznych. Skala kosztów jest jednak trudna do przewidzenia z powodu braku danych z innych państw, gdzie agrofag występuje.

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

13. Potencjalny wpływ na obszarze PRA

Na obszarze PRA występuje kilka gatunków jesionów, z czego *Fraxinus excelsior* (jesion wyniosły) stanowi najpowszechniej występujący gatunek rośliny żywicielskiej. Na terenach górzystych jesiony sadi się w celu osłony przed silnym wiatrem, często są także wykorzystywane do obsadzania poboczy dróg. Są to gatunki cenne dla lasu, ale o dużych wymaganiach siedliskowych, wykorzystywane w dużej mierze do nasadzeń krajobrazowych, także w parkach czy ogrodach. W przypadku rozprzestrzenienia się choroby na siedliskach naturalnego występowania jesionów możliwe są wraz z czasem zmiany w składzie gatunkowym drzewostanów. Potencjalny wpływ pojawu patogena na obszarze PRA może okazać się bardzo podobny do wpływu na obecnym obszarze występowania. Do tej pory stwierdzono, że w Polsce drzewa ginęły we wszystkich klasach wiekowych i niezależnie od warunków terenowych (Kowalski, 2006)

13.01 Potencjalny wpływ na bioróżnorodność na obszarze PRA

Jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior*) to rodzimy gatunek pospolicie występujący w wilgotnych lasach. Jest gatunkiem charakterystycznym, tworzącym siedlisko łągu jesionowo-wiązowego (*Ficario vernaе-Ulmetum minoris*) – siedlisko Natura 2000 – 91F0. Dodatkowo jest gatunkiem domieszkowym w innych typach siedlisk objętych ochroną sieci Natura 2000: grądu subatlantyckiego (9160), grądu środkowoeuropejskiego i subkontynentalnego (9170), jaworzyn i lasów klonowo-lipowych na stokach i zboczach (9180) oraz innych. Zamieranie jesionów może spowodować zmiany w strukturze i składzie gatunkowym drzewostanów łągowych oraz innych, w których stanowi on istotną domieszkę. Wskutek tego może zostać zaburzona organizacja i dynamika funkcjonowania całego ekosystemu, prowadząc potencjalnie do zmian degeneracyjnych oraz wypadania lub ograniczenia występowania kolejnych gatunków.

Drugim, powszechnie występującym na obszarze PRA gatunkiem jesionu, który może zostać zaatakowany przez szkodnika jest jesion pensylwański (*F. pennsylvannica*), pochodzący z Ameryki Północnej. Gatunek, powszechnie wykorzystywany do tworzenia nasadzeń m.in. wzdłuż dróg. Pozostałe gatunki jesionów spotykane są na obszarze PRA incydentalnie.

Jeśli Nie

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

Taki sam jak na obecnym obszarze.

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

14. Identyfikacja zagrożonego obszaru

Polska i inne kraje UE. Są to obszary naturalnego oraz introdukowanego występowania *Fraxinus* ssp. Zagrożony obszar może obejmować przede wszystkim lasy łęgowe, rzadziej inne lasy liściaste, gdzie *Fraxinus* ssp. rośnie jako domieszka, nie tworząc czystych drzewostanów. Jesiony występują powszechnie na obszarze całego kraju, za wyjątkiem wyższych partii gór, stąd za obszar zagrożony należy przyjąć praktycznie cały obszar PRA.

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 ok. 2,3°C dla lat 2071–2100 w okresach zimowym oraz letnim. Prawdopodobny 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.

Ze względu na podobieństwo warunków klimatycznych obszaru Polski i rejonów występowania patogenu oraz jego obecność w prawie wszystkich krajach Europy (także w krajach sąsiadujących), istnieje ryzyko wtargnięcia oraz rozprzestrzenienia się *Hymenoscyphus fraxineus* w Polsce, a prognozowane zmiany klimatyczne nie powinny mu tego utrudnić.

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
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: wysokie, ze względu na możliwość rozprzestrzeniania się patogenu na długie dystanse za pomocą askospor, a także w wyniku wcześniejszego stwierdzenia patogenu we wszystkich krajach sąsiadujących z obszarem PRA (Niemcy (Metzler i wsp., 2012), Czechy (Jankovský i Holdenriede, 2009), Słowacja (Adamčíková i wsp., 2015), Ukraina (Davydenko i Meshkova, 2017), Białoruś (Timmermann i wsp., 2011), Litwa (Lygis i wsp., 2014), Rosja (Kaliningrad) (Drenkhan i wsp., 2017)). Niemniej możliwość przeniknięcia patogenu wraz z importem drewna jesionowego i produktów drzewnych nie wiąże się z wysokim ryzykiem na skutek przeprowadzanych działań fitosanitarnych i kontrolnych.

Prawdopodobieństwo zasiedlenia: wysokie, ze względu na klimat obszaru PRA sprzyjający rozwojowi patogenu oraz powszechną obecność rośliny żywicielskiej *F. excelsior* na obszarze PRA oraz innych, rzadziej występujących gatunków.

Prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia: wysokie, ze względu na naturalne rozprzestrzenianie przez askospory na duże odległości. Rozprzestrzenianie może następować zarówno ze stanowisk porażonych roślin na terenie kraju oraz z przesyłek roślin, drewna itp. Pochodzących z importu.

Potencjalny wpływ bez podjęcia środków fitosanitarnych: w przypadku nie podjęcia środków fitosanitarnych potencjalny wpływ może być wysoki, grzyb przy sprzyjających warunkach do zasiedlania i rozprzestrzeniania może przyczynić się do zamierania znacznej części drzewostanu składającego się z gatunków żywicielskich. Szczególnie szybkiemu tempu zamierania są podatne młode drzewostany.

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.

Możliwe drogi przenikania (w kolejności od najważniejszej)	Możliwe środki
Transport roślin przeznaczonych do sadzenia	Ograniczenie lub zakazanie importu jesionów z miejsc występowania choroby
Naturalne rozprzestrzenienie	Brak możliwości kontroli.
Transport drewna i produktów drzewnych	Kontrola importowanego materiału

Transport roślin przeznaczonych do sadzenia:

Z racji tego, iż sadzonki jesionów mogą być zainfekowane bez widocznych objawów, zaleca się wszelkie działania kwarantannowe, aby zapobiec dodatkowej dystrybucji patogenu z dotkniętych szkółek.

Do zabiegów prewencyjnych zaliczyć można unikanie zranień młodych drzewek i niszczenie już zakażonych. Ponieważ gospodarz toleruje wyższą temperaturę niż grzyb, sugeruje się zabiegi przy użyciu ciepłej wody na młodych roślinach (Hauptman i wsp., 2013). Stosuje się także opryski chemiczne w oparciu o substancje aktywne z grupy triazoli (tebukonazol, difenokonazol, bitertanol, protiokonazol), strobiluryn (azoksystrobina, krezoksym metylu, trifloksystrobina) czy ketoamin (spiroksamina) (Hrabětová i in. 2017; Report: http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=12430_Shortreportonresultsfromfungicideefficiencytestingforchalarav2.pdf).

Naturalne rozprzestrzenienie:

Podstawowym środkiem zapobiegawczym powinno być niedopuszczenie do rozwoju patogenu na obszarze PRA. Wszelkie sygnały o potencjalnym pojawie *Hymenoscyphus fraxineus* powinny zostać wnikliwie zanalizowane, a zakażone rośliny zniszczone lub poddane kwarantannie.

Transport drewna i produktów drzewnych:

Podjąć odpowiednie działania kontrolno-fitosanitarne. Drzewo i produkty drzewne nie powinny mieć wszelkich oznak chorobowych (np. zmiany, przebarwienia), a liście (żywe i martwe) powinny być całkowicie usuwane na miejscu przed transportem (Agriculture, 2019).

17.02 Środki zarządzania eradykacją, powstrzymaniem i kontrolą

Porażone drzewa i ich opadłe liście stanowią poważne źródło inokulum, dlatego takie egzemplarze i resztki roślinne powinny być możliwie szybko niszczone (np. poprzez spalanie). Szczególnie warto zwrócić uwagę na opadłe liście. Kontrola materiału roślinnego importowanego również jest zalecana. Bardzo pożądane są także odporne genotypy jesionów na *H. fraxineus*. W szkółkach na młodych drzewkach można stosować opryski chemiczne.

18. Niepewność

Obecność patogenu została stwierdzona niemalże w całej Europie, gdzie dostępność roślin żywicielskich jest duża, w szczególności *Fraxinus excelsior*. Klimat występujący na obszarze PRA jest jak najbardziej sprzyjający do rozwoju i zasiedlenia grzyba. Niepewność w ocenie ryzyka jest zatem niska/średnia. Ciężko oszacować, z jakim prawdopodobieństwem patogen może przedostać się na obszar PRA w wyniku naturalnego rozprzestrzeniania.

19. Uwagi

Brak.

20 Źródła

Adamčíková, K., Kádasi-Horáková, M., Jankovský, L., & Havrdová, L. (2015). Identification of *Hymenoscyphus fraxineus*, the causal agent of ash dieback in Slovakia. *Biologia*, 70(5), 559-564.

Agriculture 2019 <https://www.agriculture.gov.ie/forests-service/treediseases/ashdiebackchalara/> (data dostępu 27.05.2019)

Bakys, R.; Vasiliauskas, A.; Ihrmark, K.; Stenlid, J.; Menkis, A.; Vasaitis, R. (2011) *Scandinavian Journal of Forest Research* 26 (2), 128-135

Baric L, Diminic D (2010) [First report of the pathogenic fungus *Chalara fraxinea* Kowalski on common ash (*Fraxinus excelsior* L.) in Gorski Kotar]. *Glasilo Biljne zastite* 10(1-2-suppl), p 33 (in Croatian)

Baric L, Zupanic M, Pernek M, Diminic D (2012) [First records of *Chalara fraxinea* in Croatia - a new agent of ash dieback (*Fraxinus* spp.)]. *Sumarski list* 9-10, 461-469 (in Croatian)

Baumann, M.; Matschulla, F.; Helbig, R. (2012) *AFZ/Der Wald, Allgemeine Forst Zeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge* 67 (3), 12-14, 16-17

CABI 2019 <https://www.cabi.org/isc/datasheet/108083> (data dostępu 24.04.2019)

Cannon, P. (accessed 2013) *Hymenoscyphus pseudoalbidus* (chalara ash dieback). Kew Royal Botanic Gardens, London, UK

Chandelier A, Delhaye N, Helson M (2011) First report of the ash dieback pathogen (anamorph *Chalara fraxinea*) on *Fraxinus excelsior* in Belgium. *Plant Disease* 95(2), p 220

Chandelier, A., Helson, M., Dvorak, M., & Gischer, F. (2014). Detection and quantification of airborne inoculum of *Hymenoscyphus pseudoalbidus* using real-time PCR assays. *Plant pathology*, 63(6), 1296-1305.

Cleary, M. R.; Arhipova, N.; Gaitnieks, T.; Stenlid, J.; Vasaitis, R. (2013) *Forest Pathology* 43 (1), 83-85

Cleary, M., Nguyen, D., Marčiulygienė, D., Berlin, A., Vasaitis, R., & Stenlid, J. (2016). Friend or foe? Biological and ecological traits of the European ash dieback pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* in its native environment. *Scientific reports*, 6, 21895.

DAFM of Ireland <https://www.agriculture.gov.ie/forests-service/treediseases/ashdiebackchalara/> (data dostępu: 25.04.2019)

Davydenko K, Vasaitis R, Stenlid J, Menkis A (2013) Fungi in foliage and shoots of *Fraxinus excelsior* in eastern Ukraine: a first report on *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *Forest Pathology*

Davydenko, K., & Meshkova, V. (2017). The current situation concerning severity and causes of ash dieback in Ukraine caused by *Hymenoscyphus fraxineus*. *Dieback of European Ash (Fraxinus spp.): Consequences and Guidelines for Sustainable Management*. Uppsala, 220-227.

Denkhan R, Solheim H, Bogacheva A, Riit T, Adamson K, Drenkhan T, Maaten T, Hietala AM (2017) *Hymenoscyphus fraxineus* is a leaf pathogen to local *Fraxinus* species in the Russian Far East. *Plant Pathology* 66(3), 490-500

Drenkhan, R., Agan, A., Palm, K., Rosenvald, R., Jürisoo, L., Maaten, T., ... & Drenkhan, T. (2017a). Overview of ash and ash dieback in Estonia. *Dieback of European Ash*, 115-124.

Drenkhan, R., Solheim, H., Bogacheva, A., Riit, T., Adamson, K., Drenkhan, T., ... & Hietala, A. M. (2017b). *Hymenoscyphus fraxineus* is a leaf pathogen of local *Fraxinus* species in the Russian Far East. *Plant Pathology*, 66(3), 490-500.

EPPO 2019 <https://gd.eppo.int/taxon/CHAAFR/distribution> (dostępu: 25.04.2019)

Gross, A., & Holdenrieder, O. (2015). Pathogenicity of *Hymenoscyphus fraxineus* and *Hymenoscyphus albidus* towards *Fraxinus mandshurica* var. *japonica*. *Forest pathology*, 45(2), 172-174.

Gross, A., & Sieber, T. N. (2016). Virulence of *Hymenoscyphus albidus* and native and introduced *Hymenoscyphus fraxineus* on *Fraxinus excelsior* and *Fraxinus pennsylvanica*. *Plant Pathology*, 65(4), 655-663.

Gross, A., Zaffarano, P. L., Duo, A., & Grünig, C. R. (2012). Reproductive mode and life cycle of the ash dieback pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *Fungal genetics and biology*, 49(12), 977-986.

Han, J. G., Shrestha, B., Hosoya, T., Lee, K. H., Sung, G. H., & Shin, H. D. (2014). First report of the ash dieback pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* in Korea. *Mycobiology*, 42(4), 391-396.

- Hauptman, T., Piškur, B., De Groot, M., Ogris, N., Ferlan, M., & Jurc, D. (2013). Temperature effect on *Chalara fraxinea*: heat treatment of saplings as a possible disease control method. *Forest Pathology*, 43(5), 360-370.
- Heinze, B., Tiefenbacher, H., Litschauer, R., & Kirisits, T. (2017). Ash dieback in Austria—history, current situation and outlook. *Dieback of European ash (Fraxinus spp.): Consequences and Guidelines for Sustainable Management*, 33-52.
- Hrabětová, M., Černý, K., Zahradník, D., & Havrdová, L. (2017). Efficacy of fungicides on *Hymenoscyphus fraxineus* and their potential for control of ash dieback in forest nurseries. *Forest Pathology*, 47(2), e12311.
- Husson C, Scala B, Caël O, Frey P, Feau N, Ioos R, Marçais B (2011) *Chalara fraxinea* is an invasive pathogen in France. *European Journal of Plant Pathology* 130(3), 311-324
- Jankovský, L., & Holdenrieder, O. (2009). *Chalara fraxinea*—ash dieback in the Czech Republic. *Plant Protection Science*, 45(2), 74-78.
- Johansson, S. B. K., Vasaitis, R., Ihrmark, K., Barklund, P., & Stenlid, J. (2010). Detection of *Chalara fraxinea* from tissue of *Fraxinus excelsior* using species-specific ITS primers. *Forest Pathology*, 40(2), 111-115.
- Keča N, Kirisits T, Menkis A (2017) First report of the invasive ash dieback pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* on *Fraxinus excelsior* and *F. angustifolia* in Serbia. *Baltic Forestry* 23(1), 56–59
- Kirisits T, Matlakova M, Mottinger-Kroupa S, Cech TL, Halmschlager E (2009) The current situation of ash dieback caused by *Chalara fraxinea* in Austria. *SDÜ Faculty Forestry Journal, Serial A special issue*, 97-119.
- Kirisits T, Schwanda K (2015) First definite report of natural infection of *Fraxinus ornus* by *Hymenoscyphus fraxineus*. *Forest Pathology* doi: 10.1111/efp.12211
- Kirisits, T., & Freinschlag, C. (2012). Ash dieback caused by *Hymenoscyphus pseudoalbidus* in a seed plantation of *Fraxinus excelsior* in Austria. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 4(9), 184-191.
- Kirisits, T., Matlakova, M., Mottinger-Kroupa, S., Halmschlager, E., & Lakatos, F. (2010). *Chalara fraxinea* associated with dieback of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia*). *Plant Pathology*, 59(2), 411.
- Kowalski T (2006) *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology* 36(4), 264-270.
- Kowalski, T., & Holdenrieder, O. (2009). Pathogenicity of *Chalara fraxinea*. *Forest Pathology*, 39(1), 1-7.
- Lageschaar, M. (2012) *Vakblad Natuur Bos Landschap* 9 (5), 21-23.

- Laivins M, Priede A, Puspure I (2016) Spread of *Hymenoscyphus fraxineus* in Latvia: analysis based on dynamics of young ash stands. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences section B* 70(3), 124-130
- Lilja A, Rytönen, Hantula J, Müller M, Parikka P, Kurkela T (2011) Introduced pathogens found on ornamentals, strawberry and trees in Finland over the past 20 years. *Agricultural and Food Science* 20, 74-85
- Luchi N, Ghelardini L, Santini A, Migliorini D, Capretti P (2016) First record of ash dieback caused by *Hymenoscyphus fraxineus* on *Fraxinus excelsior* in the Apennines (Tuscany, Italy). *Plant Disease* 100(2), p 535
- Lygis, V., Bakys, R., Gustiene, A., Burokiene, D., Matelis, A., & Vasaitis, R. (2014). Forest self-regeneration following clear-felling of dieback-affected *Fraxinus excelsior*: focus on ash. *European journal of forest research*, 133(3), 501-510.
- Metzler, B., Enderle, R., Karopka, M., Toepfner, K., & Aldinger, E. (2012). Development of Ash dieback in a provenance trial on different sites in southern Germany. *Allgemeine Forst-und Jagdzeitung*, 183(7/8), 168-180.
- Milenković I, Jung T, Stanivuković Z, Karadžić D (2017) First report of *Hymenoscyphus fraxineus* on *Fraxinus excelsior* in Montenegro. *Forest Pathology* e12359
- Musolin DL, Selikhovkin AV, Shabunin DA, Zviagintsev B, Baranchikov YN (2017) Between ash dieback and emerald ash borer: two Asian invaders in Russia and the future of ash in Europe. *Baltic Forestry* 23(1), 316-333
- Nielsen, L. R., McKinney, L. V., Hietala, A. M., & Kjær, E. D. (2017). The susceptibility of Asian, European and North American *Fraxinus* species to the ash dieback pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* reflects their phylogenetic history. *European journal of forest research*, 136(1), 59-73.
- Ogris N, Hauptman T, Jurc D (2009) *Chalara fraxinea* causing common ash dieback newly reported in Slovenia. *Plant Pathology* 58(6), p 1173.
- Pacia A, Nowakowska JA, Tkaczyk M, Sikora K, Tereba A, Borys M, Milenković I, Pszczółkowska A, Okorski A, Oszako T (2017) Common ash stand affected by ash dieback in the Wolica Nature Reserve in Poland. *Baltic Forestry* 23(1), 183-197
- Pham, T. L. H., Zaspel, I., Schuemann, M., Stephanowitz, H., & Krause, E. (2013). Rapid in-vitro and in-vivo detection of *Chalara fraxinea* by means of mass spectrometric techniques. *American Journal of Plant Sciences*, 4(2A), 444.
- Queloz, V., Hopf, S., Schoebel, C. N., Rigling, D., & Gross, A. (2017). Ash dieback in Switzerland: history and scientific achievements. *Dieback of European Ash (Fraxinus spp.)*, 68.
- Rozsypálek, J., Dvořák, M., Longauer, R., Botella, L., Prouza, M., Palovčíková, D., & Jankovský, L. (2017). Ash and ash dieback in the Czech Republic. *Dieback of European Ash (Fraxinus spp.)*, 79.

Rytkönen A, Lilja A, Drenkhan R, Gaitnieks T, Hantula J (2011) First record of *Chalara fraxinea* in Finland and genetic variation among isolates sampled from Åland, mainland Finland, Estonia and Latvia. *Forest Pathology* 41(3), 169-174

Schumacher J (2011) The general situation regarding ash dieback in Germany and investigations concerning the invasion and distribution strategies of *Chalara fraxinea* in woody tissue. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 41(1), 7-10

Siebel, H.; Reichgelt, A. (2011) *Vakblad Natuur Bos Landschap* 8 (7), 21-23

Skovsgaard JP, Thomsen IM, Skovsgaard IM, Martinussen T (2010) Associations among symptoms of dieback in even-aged stands of ash (*Fraxinus excelsior* L.). *Forest Pathology* 40(1), 7-18

Stanivuković Z, Karadžić D, Milenković I (2014) [The first report of the parasitic fungus *Hymenoscyphus fraxineus* (Kowalski) Baral, Queloz, Hosoya on the common ash in Bosnia and Herzegovina]. *Šumarstvo* (3/4), 19–34 (in Serbian)

Stener, L. G. (2013). Clonal differences in susceptibility to the dieback of *Fraxinus excelsior* in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 28(3), 205-216.

Szabó I (2009) First report of *Chalara fraxinea* affecting common ash in Hungary. *Plant Pathology* 58(4), p 797

Talgo V, Sletten A, Brurberg MB, Solheim H, Stensvand A (2009) *Chalara fraxinea* isolated from diseased ash in Norway. *Plant Disease* 93(5), p 548

Timmermann, V., Børja, I., Hietala, A. M., Kirisits, T., & Solheim, H. (2011). Ash dieback: pathogen spread and diurnal patterns of ascospore dispersal, with special emphasis on Norway. *EPPO Bulletin*, 41(1), 14-20.

Zhao YJ, Hosoya T, Baral HO, Hosaka K, Kakishima (2012) *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the correct name for *Lambertella albida* reported from Japan. *Mycotaxon* 122, 25-41

Zheng HD, Zhuang WY (2014) *Hymenoscyphus albidoides* sp. nov. and *H. pseudoalbidus* from China. *Mycological Progress* 13, 625- 38.

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- LR	10,29	10,47	0,55	2,74
MIROC5	11,00	11,54	1,34	2,52
MIROC-ESM	10,89	11,44	1,58	2,24

MPI-ESM-LR	9,22	9,52	-0,40	0,18
MPI-ESM-MR	9,52	9,56	1,12	1,04
MRI-CGCM3	9,19	9,90	-0,67	0,78
NorESM1-M	9,90	10,45	1,02	1,43
NorESM1-ME	9,61	10,21	0,43	1,52
ŚREDNIA:	9,98	10,60	1,06	1,85
5,00%	9,20	9,53	-0,34	0,28
95,00%	10,92	11,82	2,74	3,25
RCP6.0	2036-2065	2071-2100	2036-2065	2071-2100
	IX-XI	IX-XI	XII-II	XII-II
CCSM4	9,65	10,27	0,28	0,57
GISS-E2-H	9,79	10,41	1,54	1,66
GISS-E2-R	9,48	9,87	0,99	0,96
HadGEM2- AO	10,13	11,52	0,99	1,54
HadGEM2-ES	10,40	12,95	1,66	2,32
IPSL-CM5A- LR	10,47	11,55	2,42	3,20
IPSL-CM5A- MR	10,29	11,83	0,55	1,94
MIROC5	10,65	11,84	0,71	2,74
MIROC-ESM	10,76	12,26	1,55	2,80
MRI-CGCM3	9,25	10,05	-0,14	1,01
NorESM1-M	9,57	10,92	0,78	2,01
NorESM1-ME	9,59	11,22	0,12	1,88
ŚREDNIA:	10,00	11,22	0,95	1,89
5,00%	9,38	9,97	0,00	0,78
95,00%	10,70	12,57	2,00	2,98
RCP 8.5	2036-2065	2071-2100	2036-2065	2071-2100
	IX-XI	IX-XI	XII-II	XII-II
ACCESS1-0	10,38	13,39	1,93	4,04
ACCESS1-3	10,85	13,19	1,61	3,66
CanESM2	10,62	13,05	1,39	2,99
CCSM4	9,91	11,83	0,40	1,96
CMCC-CESM	11,06	12,78	3,55	6,50
CMCC-CM	11,33	14,06	3,45	6,83
CMCC-CMS	10,82	13,73	2,69	5,96
CNRM-CM5	10,58	11,79	2,21	4,41
GISS-E2-H	10,02	11,82	1,40	3,63
GISS-E2-H- CC	10,15	11,38	1,23	2,91
GISS-E2-R	9,80	11,33	1,32	3,17
GISS-E2-R- CC	10,27	11,23	1,90	2,42
HadGEM2- AO	10,92	13,59	1,87	4,34
HadGEM2-CC	11,51	14,29	3,76	5,87
HadGEM2-ES	11,89	14,48	2,13	4,54
inmcm4	9,00	10,12	0,70	2,19
IPSL-CM5A- LR	11,25	13,83	3,29	5,85

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

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

RCP 2.6	2036-2065 III-V	2071-2100 III-V	2036-2065 VI- VIII	2071-2100 VI- VIII
CanESM2	9,11	9,20	18,69	18,77
CNRM-CM5	9,26	9,14	18,05	18,35
GISS-E2-H	9,12	8,08	18,12	17,88
GISS-E2-R	8,95	7,80	17,90	17,28
HadGEM2-AO	9,61	9,74	20,84	20,41
HadGEM2-ES	10,00	9,87	20,38	20,66
IPSL-CM5A-LR	10,00	9,51	19,34	19,17
IPSL-CM5A-MR	9,31	8,89	19,13	18,63
MIROC5	10,91	11,14	19,71	19,53
MIROC-ESM	10,27	9,98	19,65	20,22
MPI-ESM-LR	8,52	8,61	17,82	17,99
MPI-ESM-MR	8,24	8,40	18,12	18,07
MRI-CGCM3	8,25	8,91	17,65	17,57
NorESM1-M	9,63	9,81	18,85	18,97
NorESM1-ME	9,26	9,72	18,85	19,00
ŚREDNIA:	9,36	9,25	18,87	18,83
5,00%	8,25	8,00	17,78	17,50
95,00%	10,46	10,33	20,50	20,47
RCP4.5	2036-2065 III-V	2071-2100 III-V	2036-2065 VI- VIII	2071-2100 VI- VIII
ACCESS1-0	9,34	10,14	19,96	20,91
ACCESS1-3	9,37	10,64	20,53	21,36
CanESM2	9,44	9,75	19,30	19,68
CCSM4	9,35	9,79	19,63	20,25
CMCC-CM	10,18	11,18	18,87	19,48
CMCC-CMS	9,42	9,89	18,99	19,68
CNRM-CM5	9,36	10,48	18,24	19,43
GISS-E2-H	9,27	10,01	18,63	19,48

GISS-E2-H-CC	10,47	10,95	19,00	19,32
GISS-E2-R	8,81	9,38	18,29	18,52
GISS-E2-R-CC	9,09	9,43	18,45	18,46
HadGEM2-AO	9,85	10,50	21,97	22,00
HadGEM2-CC	9,84	10,73	20,26	20,64
HadGEM2-ES	10,58	10,97	21,20	21,93
inmcm4	8,38	8,80	17,94	18,26
IPSL-CM5A-LR	9,96	10,85	19,56	20,00
IPSL-CM5A-MR	9,63	9,93	19,58	20,39
IPSL-CM5B-LR	9,77	10,19	19,03	19,97
MIROC5	11,59	11,88	19,54	20,30
MIROC-ESM	10,50	10,66	20,23	21,24
MPI-ESM-LR	8,79	9,17	18,58	18,90
MPI-ESM-MR	9,09	9,33	18,88	19,17
MRI-CGCM3	8,46	9,00	17,89	18,07
NorESM1-M	10,02	10,29	19,49	19,96
NorESM1-ME	9,43	10,46	18,79	19,89
ŚREDNIA:	9,60	10,18	19,31	19,89
5,00%	8,53	9,03	18,00	18,30
95,00%	10,56	11,14	21,07	21,82
RCP6.0	2036-2065 III-V	2071-2100 III-V	2036-2065 VI-VIII	2071-2100 VI-VIII
CCSM4	9,06	9,59	19,21	20,03
GISS-E2-H	9,41	10,07	18,84	19,61
GISS-E2-R	8,86	9,53	18,41	19,02
HadGEM2-AO	9,30	10,54	20,61	22,90
HadGEM2-ES	10,05	11,25	20,62	22,83
IPSL-CM5A-LR	10,11	11,10	19,41	20,46
IPSL-CM5A-MR	9,37	10,58	19,15	20,67
MIROC5	10,99	12,75	19,58	20,42
MIROC-ESM	10,11	11,39	19,83	21,80
MRI-CGCM3	8,57	8,96	17,64	18,49
NorESM1-M	9,43	10,78	18,80	20,31
NorESM1-ME	9,19	10,47	18,73	20,21
ŚREDNIA:	9,54	10,58	19,24	20,56
5,00%	8,73	9,27	18,06	18,78
95,00%	10,51	12,00	20,61	22,86
RCP 8.5	2036-2065 III-V	2071-2100 III-V	2036-2065 VI-VIII	2071-2100 VI-VIII
ACCESS1-0	10,25	12,42	21,62	24,39
ACCESS1-3	10,26	11,55	21,48	23,92
CanESM2	9,43	11,26	20,12	23,17

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

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

RCP 2.6	2036-2065 IX- XI	2071-2100 IX- XI	2036-2065 XII-II	2071-2100 XII-II
CNRM-CM5	149,2	142,3	116,2	112,6
GISS-E2-H	137,9	137,1	119,5	108,2
GISS-E2-R	149,5	140,8	110,6	98,0
HadGEM2- AO	122,7	121,7	101,7	89,7
HadGEM2-ES	133,7	123,3	107,1	98,9
IPSL-CM5A- LR	140,7	148,7	109,5	119,3
IPSL-CM5A- MR	128,2	143,3	105,0	116,2
MIROC5	147,7	154,2	103,7	111,2
MIROC-ESM	166,9	180,7	146,0	166,7
MPI-ESM-LR	128,3	142,1	101,9	100,3

MPI-ESM-MR	125,6	145,3	96,6	109,0
MRI-CGCM3	111,4	122,3	90,8	107,4
NorESM1-M	144,4	139,6	110,7	109,1
NorESM1-ME	135,0	136,1	120,8	103,4
ŚREDNIA:	137,2	141,2	110,0	110,7
ZMIANA (%):	2,4	5,4	11,0	11,7
5,00%	118,745	122,09	113,62	114,675
95,00%	155,59	163,475	153,01	158,885
RCP 4.5	2036-2065 IX- XI	2071-2100 IX- XI	2036-2065 XII-II	2071-2100 XII-II
ACCESS1-0	140,9	127,2	111,3	119,0
ACCESS1-3	137,9	135,9	116,3	122,9
CCSM4	158,0	155,3	101,7	107,1
CMCC-CM	128,2	121,1	124,7	128,3
CMCC-CMS	131,5	152,1	119,0	127,5
CNRM-CM5	157,2	157,1	110,5	121,3
GISS-E2-H	148,5	146,4	113,4	114,8
GISS-E2-H- CC	134,4	145,4	106,7	116,9
GISS-E2-R	138,8	142,9	107,2	95,4
GISS-E2-R- CC	143,3	140,2	110,7	99,8
HadGEM2- AO	120,3	117,4	103,2	113,3
HadGEM2-CC	129,8	125,0	130,1	129,4
HadGEM2-ES	119,1	138,2	115,4	116,4
inmcm4	157,3	146,3	99,4	114,5
IPSL-CM5A- LR	133,5	152,0	107,6	111,6
IPSL-CM5A- MR	136,7	121,8	113,6	115,7
IPSL-CM5B- LR	153,2	159,1	108,4	118,1
MIROC5	160,6	156,6	102,8	120,5
MIROC-ESM	165,4	175,6	159,6	174,0
MPI-ESM-LR	148,7	136,2	101,6	96,9
MPI-ESM-MR	146,7	153,7	102,1	101,3
MRI-CGCM3	120,0	136,2	109,4	100,6
NorESM1-M	140,0	144,5	113,4	114,4
NorESM1-ME	144,5	140,6	119,0	125,3
ŚREDNIA:	141,4	142,8	112,8	116,9
ZMIANA (%):	5,5	6,6	13,8	18,0
5,00%	120,045	121,205	101,615	97,335
95,00%	160,21	158,8	129,29	129,235
RCP 6.0	2036-2065 IX- XI	2071-2100 IX- XI	2036-2065 XII-II	2071-2100 XII-II
CCSM4	145,2	151,7	106,2	110,2
GISS-E2-H	138,5	145,2	100,3	121,2
GISS-E2-R	161,1	147,1	116,7	102,5
HadGEM2- AO	120,0	130,4	104,8	100,0

HadGEM2-ES	138,9	119,8	119,5	115,4
IPSL-CM5A-LR	141,3	135,4	113,6	123,3
IPSL-CM5A-MR	123,2	133,0	113,0	124,6
MIROC5	160,6	181,9	109,0	119,4
MIROC-ESM	158,3	170,6	162,3	170,0
MRI-CGCM3	126,8	131,7	113,7	113,4
NorESM1-M	135,6	129,3	113,9	131,4
NorESM1-ME	137,3	127,1	119,5	121,4
ŚREDNIA:	140,6	141,9	116,0	121,1
ZMIANA (%):	4,9	5,9	17,1	22,2
5,00%	121,76	123,815	102,775	101,375
95,00%	160,825	175,685	138,76	148,77
RCP 8.5	2036-2065 IX-XI	2071-2100 IX-XI	2036-2065 XII-II	2071-2100 XII-II
ACCESS1-0	132,2	125,1	111,9	129,5
ACCESS1-3	139,5	137,1	129,6	142,1
CCSM4	170,6	150,0	115,4	130,5
CMCC-CESM	145,8	185,1	148,7	185,7
CMCC-CM	133,9	133,6	123,2	136,4
CMCC-CMS	140,6	145,6	114,2	142,9
CNRM-CM5	169,3	171,9	120,0	131,9
GISS-E2-H	154,4	158,5	99,6	119,0
GISS-E2-H-CC	133,8	144,9	107,8	112,2
GISS-E2-R	148,5	140,0	111,6	106,2
GISS-E2-R-CC	147,9	136,4	107,8	109,4
HadGEM2-AO	114,6	125,8	106,0	117,9
HadGEM2-CC	125,9	117,6	121,0	144,0
HadGEM2-ES	121,4	121,6	120,2	141,6
inmcm4	146,0	153,5	99,6	130,9
IPSL-CM5A-LR	150,4	144,3	108,8	118,4
IPSL-CM5A-MR	119,4	145,3	130,7	134,5
IPSL-CM5B-LR	150,0	162,1	114,1	130,9
MIROC5	157,1	173,5	119,5	129,7
MIROC-ESM	167,7	182,5	163,9	195,1
MPI-ESM-LR	129,8	123,4	107,0	118,0
MPI-ESM-MR	125,8	150,6	129,2	133,1
MRI-CGCM3	133,9	128,8	102,7	135,0
MRI-ESM1	142,7	146,8	97,0	111,7
NorESM1-M	140,5	151,3	114,8	128,9
NorESM1-ME	136,2	150,1	126,1	135,6
ŚREDNIA:	141,5	146,4	117,3	132,7
ZMIANA (%):	5,6	9,3	18,4	33,9
5,00%	119,9	122,05	99,6	109,975

95,00% 168,9 180,25 | 144,2 175,275

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

RCP 2.6	2036-2065 III- V	2071-2100 III- V	2036-2065 VI- VIII	2071-2100 VI- VIII
CNRM-CM5	148,0	143,2	245,0	239,9
GISS-E2-H	111,5	102,8	219,1	224,3
GISS-E2-R	140,1	127,8	248,3	244,2
HadGEM2-AO	118,2	118,4	140,0	173,4
HadGEM2-ES	125,3	141,0	186,6	172,8
IPSL-CM5A-LR	129,3	126,9	238,0	243,0
IPSL-CM5A-MR	122,4	132,0	212,0	229,4
MIROC5	135,8	134,1	218,7	216,9
MIROC-ESM	142,6	145,4	242,0	257,1
MPI-ESM-LR	144,3	141,4	201,4	191,9
MPI-ESM-MR	127,8	130,1	199,5	181,1
MRI-CGCM3	112,4	117,4	214,6	227,8
NorESM1-M	118,8	120,2	214,0	227,7
NorESM1-ME	131,7	135,0	206,2	195,2
ŚREDNIA:	129,2	129,7	213,2	216,1
ZMIANA (%):	7,3	7,7	2,7	4,1
5,00%	112,085	112,29	170,29	173,19
95,00%	145,595	143,97	246,155	248,715
RCP 4.5	2036-2065 III- V	2071-2100 III- V	2036-2065 VI- VIII	2071-2100 VI- VIII
ACCESS1-0	146,2	152,3	186,7	159,9
ACCESS1-3	154,0	157,1	172,1	174,4
CCSM4	116,9	127,8	193,9	187,7
CMCC-CM	127,9	127,2	199,1	195,3
CMCC-CMS	135,7	159,2	214,3	216
CNRM-CM5	141,7	160,1	239,4	235,2
GISS-E2-H	113,5	113,1	225,9	212,3
GISS-E2-H-CC	130,5	146,8	223,7	202,3
GISS-E2-R	141,2	134,1	234,1	222,2
GISS-E2-R-CC	125,7	132,3	209,3	241,1
HadGEM2-AO	122,9	135,2	141	140,5
HadGEM2-CC	159,1	147,0	158,3	173
HadGEM2-ES	135,9	146,2	160,9	162,6
inmcm4	100,4	109,8	204	184,1
IPSL-CM5A-LR	129,9	131,9	247,4	237
IPSL-CM5A-MR	126,2	127,6	208,2	206,6
IPSL-CM5B-LR	114,3	129,0	232,5	226
MIROC5	134,8	150,5	237,8	225,8
MIROC-ESM	147,4	154,1	256,5	236,9
MPI-ESM-LR	145,9	140,0	182,8	171,3

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

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

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

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