

<b>Podsumowanie</b> Analizy Zagrożenia Agrofagiem (Ekspres PRA) dla ‘ <i>Candidatus</i> Phytoplasma solani’						
<b>Obszar PRA:</b> Rzeczpospolita Polska						
<b>Opis obszaru zagrożenia:</b> Winorośl: Południowe i południowo-wschodnie obrzeża kraju Kukurydza, ziemniak: Cały obszar kraju. Inne uprawy (drzewa pestkowe, truskawki, pomidor itp.) - lokalnie w miejscu uprawy.						
<p><b>Główne wnioski:</b>  W sprzyjających warunkach środowiskowych ‘<i>Candidatus</i> Phytoplasma solani’ może powodować poważne straty w ważnych ekonomicznie uprawach w Polsce, takich jak: kukurydza, winorośl, ziemniak czy pomidor. Przy obecnie panujących w Polsce warunkach klimatycznych, występowanie i nasilenie objawów choroby powodowanej przez ‘<i>Ca. P. solani</i>’ jest incydentalne i utrzymuje się na niskim poziomie. Należy jednak podkreślić, że patogen ten ma ogromny potencjał chorobotwórczy dla upraw ze względu na szeroki zakres gospodarzy roślinnych, z których część stanowi równocześnie naturalny rezerwuuar patogenu. Nie jest znany kompletny skład gatunkowy wszystkich roślin żywicielskich ‘<i>Ca. P. solani</i>’, a doniesienia o nowych roślinach żywicielskich pojawiają się sukcesywnie, co kilka lat. Chorobotwórczy potencjał ‘<i>Ca. P. solani</i>’ zwiększa także fakt, że istnieje duża grupa gatunków owadów mających zdolność do jego przenoszenia. W przypadku owadów, również nie jest znana kompletna lista wektorów tego patogenu, co sprawia, że bardzo trudno jest przewidzieć jego przyszły wpływ na uprawy. Dodatkowo ‘<i>Ca. P. solani</i>’ do utrzymania się w przyrodzie i zakończenia cyklu życiowego nie wymaga roślin uprawnych, ponieważ znaczna część populacji patogenu zamieszkuje dziko rosnące rośliny, które są również preferowane przez owady przenoszące ‘<i>Ca. P. solani</i>’. Biorąc pod uwagę powyższe, praktycznie niemożliwe staje się całkowite wyeliminowanie tego patogenu ze środowiska naturalnego.</p>						
<b>Ryzyko fitosanitarne dla zagrożonego obszaru</b> <i>(indywidualna ranga prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście dokumentu)</i>	Wysokie	<input type="checkbox"/>	Średnie	<input checked="" type="checkbox"/>	Niskie	<input type="checkbox"/>
<b>Poziom niepewności oceny:</b> <i>(uzasadnienie rangi w punkcie 18. Indywidualne rangi niepewności dla prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście)</i>	Wysoka	<input type="checkbox"/>	Średnia	<input checked="" type="checkbox"/>	Niska	<input type="checkbox"/>
<b>Inne rekomendacje:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminacja roślinnych gospodarzy patogenu, a w szczególności tych stanowiących naturalny rezerwuuar, z bezpośredniego sąsiedztwa upraw.</li> <li>• Stosowanie zabiegów insektycydowych na uprawach w celu ograniczenia wielkości populacji owadów – wektorów fitoplazmy.</li> <li>• Stosowanie w uprawach wolnych od patogenu, certyfikowanych materiałów rozmnożeniowych (dotyczy to również podkładek do przeszczepiania winorośli).</li> </ul>						

## Ekspresowa Analiza Zagrożenia Agrofagiem: '*Candidatus* Phytoplasma solani'

Przygotowana przez: dr Krzysztof Krawczyk, dr Joanna Kamasa, dr Anna Maćkowiak-Sochacka, dr Żaneta Fiedler, dr Przemysław Strażyński, mgr Michał Czyż, dr Elżbieta Gabała, mgr Magdalena Gawlak, dr Tomasz Kałuski

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, ul. W. Węgorka 20, 60-318 Poznań.

k.krawczyk@iorpib.poznan.pl

Data: 1.08.2017

### Etap 1 Wstęp

**Powód wykonania PRA:** W literaturze naukowej zaobserwowano wzrost liczby doniesień na temat wystąpienia '*Ca. P. solani*' na nowych gospodarzach roślinnych.

**Obszar PRA:** Rzeczpospolita Polska

### Etap 2 Ocena zagrożenia agrofagiem

#### 1. Taksonomia:

Klasa: Mollicutes

Rząd: Acholeplasmatales

Rodzina: *Achleplasmataceae*

Rodzaj: '*Candidatus* Phytoplasma'

Gatunek: '*Candidatus* Phytoplasma solani'

Nazwa powszechna:

Fitoplazma: Phytoplasma solani, CaPso1, maize redness phytoplasma, potato stolbur phytoplasma, stolbur phytoplasma, tomato stolbur phytoplasma,

Synonimy nazw choroby: Bois noir, blackwood disease of grapevine, maize redness, stolbur.

#### 2. Informacje ogólne o agrofagu:

- **Informacje ogólne:**

Fitoplazmy nie mogą być hodowane na podłożach sztucznych, nie zawierających żywych komórek gospodarza. Ich obecność w zainfekowanych roślinach lub tkankach owada może zostać potwierdzona poprzez mikroskopię elektronową lub dzięki analizom molekularnym wykorzystującym specyficzne przeciwciała lub kwasy nukleinowe.

Biologiczne i fenotypowe właściwości fitoplazm są niedostępne do badania w czystej kulturze, jak to ma miejsce u bakterii hodowlanych. Dlatego też do ich klasyfikacji stosuje się system oparty na analizie zmienności sekwencji genu 16S rRNA. Jest to główne i podstawowe narzędzie diagnostyczne.

Fitoplazmy sklasyfikowane w grupie 16SrXII zakażają szeroki zakres roślin żywicielskich i są przenoszone przez polifagiczne skoczki z rodziny Cixiidae. Na podstawie wzajemnego podobieństwa sekwencji 16S rRNA i ich właściwości biologicznych do grupy 16SrXII zaliczono szereg gatunków fitoplazm takich jak: ‘*Candidatus Phytoplasma australiense*’, ‘*Candidatus Phytoplasma japonicum*’ i ‘*Candidatus Phytoplasma fragariae*’. Pozostałe szczepy fitoplazm należące do tej grupy kojarzone są z objawami choroby stołbur (ang. stolbur disease) występujących często na dzikich i hodowlanych roślinach drzewiastych oraz z chorobą winorośli: bois noir. Właśnie dla takich szczepów zaproponowano utworzenie osobnego gatunku fitoplazmy o nazwie: ‘*Candidatus Phytoplasma solani*’.

‘*Ca. P. solani*’ jest sklasyfikowany jako należący do grupy 16SrXII, podgrupa A (16SrXII-A), i jest najbliższym spokrewnionym z gatunkiem ‘*Ca. Phytoplasma australiense*’, z którym dzieli aż 97.6% wspólnej sekwencji nukleotydowej genu 16S rRNA. Poprzez analizę wielu przyrównań (ang. alignment) tej sekwencji określono charakterystyczny molekularny podpis ‘*Ca. P. solani*’. Stwierdzono, że w pozycjach 189–221 wszystkie poznane dotąd szczepy fitoplazm różnią się od ‘*Ca. P. solani*’ przynajmniej jedną parą zasad oraz minimum trzema parami zasad od ‘*Ca. P. australiense*’. Stwierdzono również występowanie dwóch innych regionów genomu ‘*Ca. P. solani*’ wyróżniających ten gatunek spośród innych fitoplazm. Sekwencje te opisano jako DSBs (ang. Distinguishing Sequence Blocks). Pierwszy region różnicujący (DSB1) znajduje się pomiędzy pozycjami 452–480, a drugi (DSB2) w regionie (602–627) (Quaglino i wsp. 2013).

- **Cykl życiowy:**

Rozprzestrzenianie się choroby bois noir (BN) występuje w cyklu uwzględniającym rośliny zielne jako rezerwuar fitoplazmy oraz wektory owadzie. Zarówno pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*) jak i powój polny (*Convolvulus arvensis*) są uważane za główne rezerwuary ‘*Ca. P. solani*’. W sposób naturalny z zakażonych roślin rezerwuarowych patogen ten jest przenoszony na uprawy m.in. winorośli (*Vitis vinifera*) za pośrednictwem wektorów określanych potocznie jako skoczki należące do rodziny Cicadelidae i rzędu Hemiptera. Za główne wektory owadzie uważa się: *Hyalesthes obsoletus* i *Reptalus panzer* (Maixner 2011; Johannesen i wsp. 2012; Cvrković i wsp. 2014). Formy młodociane *H. obsoletus* przezimowują żywe, w glebie, żywiąc się korzeniami roślin gospodarza, z których nabywają ‘*Ca. P. solani*’ (Maixner 2011). Epidemiologia choroby BN jest sprzężona z

występowaniem roślinnych gatunków rezerwurowych (pokrzywa i powój) (Johannesen i wsp. 2012). Obecność wektorów owadzych natomiast, nie ma aż takiego znaczenia, ponieważ korzenie winorośli nie są pożywieniem dla nimf *H. obsoletus*. W związku z tym, wektor ten nie może na nich zimować, co w naturalny sposób ogranicza populację ‘*Ca. P. solani*’ (Maixner 2011). ‘*Ca. P. solani*’ jest także rozprzestrzeniana przez skoczka *R. panzeri*. Owad ten przenosi fitoplazmę zarówno na winorośl jak i na kukurydzę (Jović i wsp. 2009; Cvrković i wsp. 2014). W cyklu rozwojowym na kukurydzy, *R. panzeri* składają jaja na zainfekowanych korzeniach, z których owad ten w trakcie żerowania nabywa fitoplazmę. Nimfy z fitoplazmą prezimują na korzeniach pszenicy często rotacyjnie sianej na polach jesienią, po zbiorach kukurydzy. Rotacja taka umożliwia wystąpienie wektorów w nadchodzącym sezonie wegetacyjnym, najczęściej w lipcu (Jović i wsp. 2009). Ta praktyka rolnicza może wpłynąć na zaostrzenie i nasilenie występowania czerwienienia kukurydzy (ang. Maize Redden – MR) poprzez stwarzanie korzystnych warunków rozwoju dla *R. panzeri* (Jović i wsp. 2009).

W roślinach psiankowatych choroby występują w cyklach. Chorobie sprzyjają gorące i suche lata, które stymulują migracje owadzych wektorów. W warunkach normalnych owady preferują dziko rosnące rośliny. W przyrodzie rośliny hodowane na polu nie są w ogóle niezbędne dla przeżycia fitoplazmy. O wiele większą rolę odgrywają tutaj dzikie rośliny, jak: powój polny (*C. arvensis*), koniczyna (*Trifolium* sp.) oraz prawdopodobnie rośliny z rodziny astrowatych (Asteraceae) (EPPO). Największe nasilenie choroby występuje wtedy, kiedy warunki klimatyczne zmuszają wektory do przeniesienia się i żerowania z zainfekowanych dziko rosnących roślin zielnych na hodowane na polach rośliny psiankowate. Badania porównawcze wykazały, że okres inkubacji (latentny) ‘*Ca. P. solani*’ w zależności od wektora owadziego wynosi: 1-2 miesiące dla *Aphrodes bicinctus*, 1 miesiąc dla *Euscelis plebeja* oraz od 2-7 dni dla *H. obsoletus* (EPPO).

- **Rośliny żywicielskie:**

‘*Ca. P. solani*’, określane zwyczajowo jako stołbur (ang. stolbur phytoplasma), posiada szeroki zakres żywicieli, do którego zalicza się rośliny dziko rosnące oraz gatunki ważne dla rolnictwa, takie jak: winorośl (Maixner 2011), kukurydza (Jović i wsp. 2009) oraz psiankowate (EPPO). Dodatkowo szereg chwastów jest naturalnym rezerwuarem tego patogenu. W szczepach ‘*Ca. P. solani*’ infekujących winorośl wyróżnia się dwa genotypy wywołujące objawy choroby BN: tuf-a oraz tuf-b, wyróżnione na podstawie wariantów genu kodującego czynnik elongacyjny Tu (Langer i Maixner 2004). Genotypy tuf-a i tuf-b są często spotykane w pokrzywie, która jest jednym z podstawowych gospodarzy roślinnych tego patogenu i zarazem jego rezerwuarem. Genotyp tuf-b jest dominujący w

południowo-wschodnim i wschodnim obszarze występowania choroby BN. Jego rezerwuarem jest powój polny (*C. arvensis*). Genotyp ten powoduje również liczne infekcje u innych gatunków roślin dziko żyjących (Cvrković i wsp. 2014).

Zakres gospodarzy roślinnych tego patogenu jest szeroki: Dla wielu gatunków roślin nie podano danych dotyczących strat ekonomicznych wywołanych przez 'Ca. P. solani'. Największe straty patogen ten powoduje w uprawie winorośli (*V. vinifera*). Mniejsze straty odnotowuje się na następujących uprawach: selera zwyczajnego (*Apium graveolens*), papryki rocznej (*Capsicum annuum*), marchwi zwyczajnej (*Daucus carota*), pomidora (*Solanum lycopersicum*), bakłażana (*Solanum melongena*), ziemniaka (*Solanum tuberosum*) i kukurydzy (*Zea mays*). 'Ca. P. solani' głównie infekuje również dziko rosnące rośliny: *Cichorium intybus*, *Convolvulus arvensis*, *Datura stramonium*, *Solanum glaucophyllum*, *Sorghum halepense*, *Urtica dioica*. Listę znanych żywicieli przedstawiono w punkcie nr 7.

- **Symptomy:**

Na kukurydzy: czerwienienie nerwów liści łodyg z następującym po nim zasychaniem całych roślin. Nienormalny rozwój kolb, nieprawidłowe wykształcenie ziarniaków. Czerwienienie kukurydzy (MR ang. Maize Redness) może powodować znaczące straty w plonach. Czynniki środowiskowe odgrywają rolę zarówno w natężeniu jak i w częstotliwości objawów MR. Chorobie tej sprzyjają wczesne zasiewy i gorące, suche lata (Jović i wsp. 2009; Kovacević i wsp. 2014).

Na winorośli: objawy typowe to: odbarwienie liści wraz z nerwami często występujące razem z podwijaniem się blaszek liściowych, brak lub niekompletna lignifikacja pędów, które później czernieją, przerwanie rozwoju gron lub zasychanie dojrzewających owoców. W większości odmian winorośli objawy bois noir (BN) pozostają ograniczone do zainfekowanych części roślin oraz do zainfekowanej części upraw przez szereg lat. Choroba ta zwykle nie zabija zainfekowanych roślin, chociaż ich żywotność jest znacząco obniżona. Zjawisko remisji objawów BN lub nawet całkowite jej cofnięcie się, jest powszechne (Maixner 2011). W czerwonych odmianach winorośli występuje czerwienienie liści. W białych odmianach pojawiają się żółte, nekrotyczne żyłki. Objawy zasychania i marszczenia się dojrzałych owoców występują w obu typach odmian. W niektórych winnicach porażonych chorobą BN znajdowano okazy powoju polnego (*C. arvensis*) wykazujące objawy skarłowacenia i odbarwienia liści (Salem i wsp. 2013).

Na ziemniaku: czerwienienie lub zwijanie się młodych liści do góry, zredukowany rozmiar liści, skrócone międzywęzła i tworzenie się bulw z komorami wypełnionym powietrzem (Holeva i wsp. 2014). Rośliny rosnące z zainfekowanych bulw dają początek normalnym lub wrzecionowatym kielkom. W pierwszym przypadku, kiedy powstają normalne kielki,

objawy choroby widoczne są dopiero po 60-80 dniach po siewie jako żółknięcie i zwijanie się liści. Po nim następuje wytwarzanie wypełnionych powietrzem łodyg i bulw (EPPO).

Na pomidorze: liście, które rozwinęły się przed infekcją, stają się zielonkawo-żółte, szczególnie przy brzegach, które mogą zawijać się do góry. Nowopowstałe liście stają się bardziej żółte i mniejsze. Łodygi stają się cienkie przy wierzchołku w miarę, jak wzrost rośliny ustaje, ale powiększają się w miejscach infekcji jako skutek nadmiernego rozwoju floemu. Pędy boczne rozwijają się, nadając roślinie krzaczasty profil. Pąki kwiatowe przyjmują nieprawidłowo wzniesioną pozycję. Działki kielicha, których żyłki przyjmują fioletowy kolor, pozostają całkowicie połączone. Kielich jest powiększony i cystopodobny. Ten typ objawów określany jest mianem: "big bud". Kwiaty wytworzone w trakcie infekcji stają się również wzniesione i mogą pozostawać sterylne. Płatki są zielonkawe zamiast żółtych. Zniekształcenia kwiatów są powszechne. Płatki wokół młodych kwiatów stają się skarlłowaciałe i zielone (wiescencja). Szypułki są grubsze niż zazwyczaj. Rozwój owoców jest zatrzymany w chwili infekcji. Zielone owoce, które zdążyły się wytworzyć, w wyniku choroby stają się twarde, suche i dojrzewają bardzo powoli. W środku młodszych owoców występują nekrozy. Szypułki owoców są grubsze niż u zdrowych roślin, pomimo relatywnie małych rozmiarów owoców (EPPO).

Na pszenicy: czerwienie górnych liści (Jović i wsp. 2009). Zakres występowania i szkody powodowane przez '*Ca. P. solani*' w pszenicy nie są dobrze udokumentowane.

Na truskawce: karłowacenie, słaby rozwój korzeni, fioletowienie liści, zwijanie się liści, tworzenie sterylnych kwiatów, małe i zdeformowane owoce (Terlizzi i wsp. 2006).

Na owocach pestkowych: '*Ca. P. solani* infekuje również owoce pestkowe, wliczając w to morele i brzoskwinie, nie wiadomo jednak, czy ta choroba ma znaczący wpływ na te uprawy. Objawami są żółknięcie i zwijanie się liści (Quaglino i wsp. 2013).

- **Wykrywanie i identyfikacja:**

Jako wstępny etap w diagnostyce tego patogenu dopuszcza się wzrokową ocenę wystąpienia i nasilenia typowych objawów chorobowych. Jednakże w celu potwierdzenia wystąpienia tej choroby należy postępować zgodnie z opracowanymi protokołami naukowymi określającymi szczegółowe postępowanie podczas wykrywania i identyfikacji patogenu. Procedury te dostępne są na stronie Cooperative Agricultural Pest Survey (CAPS) (<https://caps.ceris.purdue.edu/node/223>).

W trakcie monitoringu upraw, oprócz pobierania do badania objawowych tkanek roślinnych, zaleca się również wykonanie odłowu wektorów owadzi przy użyciu czerpaka entomologicznego lub ustnych aspiratorów (Cvrković i wsp. 2014). Rutynowa detekcja BN jest taka sama, jak dla wszystkich fitoplazm i opiera się na badaniu DNA (Maixner 2011).

Stosuje się tutaj zagnieżdżony PCR (nested PCR) nakierowany na gen 16S rDNA, przy użyciu dwóch par starterów: zewnętrznej P1/P7 i wewnętrznej: R16F2n/R16R2 (Lee i wsp. 1998). Metodą tą wykrywano już ‘*Ca. P. solani*’ w winorośli i w innych roślinach (Quaglino i wsp. 2014). Opracowano również protokół do wykrywania stołbura (Stol11), także oparty na zagnieżdżonym PCR i wykorzystujący pary starterów: F2/R1 i F3/R2 (Clair i wsp. 2003). Protokół ten może być stosowany do wykrywania ‘*Ca. P. solani*’ w materiale roślinnym i owadzi (Jović i wsp. 2009; Cvrković i wsp. 2014). Metody identyfikacji DNA fitoplazmatycznego są szeroko opisane w literaturze (Maixner 2011; Lotos i wsp. 2013; Aryan i wsp. 2014; Mori i wsp. 2014).

3. Czy agrofag jest wektorem?	Tak	Nie X
-------------------------------	-----	-------

*Jeżeli agrofag jest wektorem, określić gatunek organizmu/wirusa transmitowanego i czy występuje na obszarze PRA.*

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

*Jeśli wektor jest potrzebny, określić jaki organizm jest wektorem i czy występuje na obszarze PRA. Rozważyć zarówno szkodnika jak i wektora w PRA.*

‘*Ca. P. solani*’ jest przenoszona przez liczne owady z rodzin *Cixiidae* i *Cicadellidae* (EPPO; Březíková i Linhartová 2007; Maixner 2011; EFSA 2014). Występują preferencje między danym gatunkiem owada a gospodarzem roślinnym, dlatego stopień, wydajność i częstotliwość przenoszenia patogenu może się znacząco różnić w poszczególnych przypadkach. Najważniejszym wektorem owadzi jest *H. obsoletus*, który przenosi ‘*Ca. P. solani*’ na winorośl. Innym ważnym wektorem jest *R. panzeri*, który przenosi fitoplazmę stołbur na winorośl i na kukurydzę (Cvrković i wsp. 2014).

Pozostałymi znanymi wektorami owadzi dla ‘*Ca. P. solani*’ są: *Anacerata galliaribauti*, *Anoscopus albifrons*, *Aphrodes bicinctus*, *Dictyophara europaea*, *Euscelis incisus*, *E. lineolatus*, *E. plebeja*, *Exitianus capicola*, *H. phytoplasmakosiewiczzi*, *Lygus gemellatus*, *L. pratensis*, *L. rugulipennis*, *Macrosteles cristatus*, *M. incisus*, *M. laevis*, *M. quadripunctulatus*, *M. viridigriseus*, *Pentastiridius leporinus*, *R. quinquecostatus*, *Speudotettix subfuscus*. Na obszarze PRA powszechnie występują również owady z rodzaju *Macrosteles* będące wektorami ‘*Ca. P. solani*’.





	Republika Czeska, Francja, Gruzja, Niemcy, Grecja, Węgry, Włochy, Macedonia, Czarnogóra, Polska, Rosja, Serbia, Słowacja, Słowenia, Hiszpania, Szwajcaria, Turcja, Ukraina		2013, Quaglino i wsp. 2013; Starovic i wsp. 2013; Kovacević i wsp. 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>Apium graveolens</i> (seler zwyczajny)	Tak	Roślina uprawna, uprawy poboczne.	Ivanovic i wsp. 2011
<i>Beta vulgaris</i> (burak zwyczajny)	Tak	Roślina uprawna, uprawy poboczne.	Gatineau i wsp. 2001
<i>Calendula officinalis</i> (nagietek lekarski)	Tak	Roślina ozdobna i lecznicza, uprawiana i dziczejąca.	Pavlovics i wsp. 2014a
<i>Capsicum annuum</i> (papryka roczna)	Tak	Roślina uprawna, uprawy poboczne.	Delic i wsp. 2016
<i>Catharanthus roseus</i> (katarantus różowy, barwinek różowy)	Tak	Roślina ozdobna. Na obszarze PRA uprawiana jako roślina pokojowa.	Filippin i wsp. 2008
<i>Cichorium intybus</i> (cykoria podróżnik)	Tak	Pospolita roślina dziko rosnąca na całym obszarze PRA.	Pavlovics i wsp. 2014b
<i>Convolvulus arvensis</i> (powój polny)	Tak	Roślina dziko rosnąca.	Quaglino i wsp. 2014
<i>Datura stramonium</i> (bieluń dziędzierzawa)	Tak	Roślina dziko rosnąca i uprawiana, ozdobna i lecznicza.	Lotos i wsp. 2013
<i>Daucus carota</i> (marchew zwyczajna)	Tak	Roślina uprawna i dziko rosnąca, uprawy poboczne.	Mackesy i Sullivan 2015
<i>Fragaria x ananassa</i> (truskawka)	Tak	Roślina uprawna, uprawy poboczne.	Hodgetts i wsp. 2015
<i>Hibiscus cannabinus</i> (ketmia konopiowata)	Nie	Roślina dziko rosnąca i uprawiana	Biswas i wsp. 2014
<i>Lavandula angustifolia</i>	Tak	Roślina ozdobna i	Mackesy i Sullivan

(lawenda wąskolistna)		uprawna.	2015
<i>Macroptilium lathyroides</i>	Nie	Roślina dziko rosnąca	Quaglino i wsp. 2013
<i>Malus domestica</i> (jabłoń domowa)	Tak	Roślina uprawna. Cały obszar PRA.	Quaglino i wsp. 2013
<i>Mespilus germanica</i> (nieszpułka zwyczajna)	Tak	Krzew lub małe drzewo ozdobne.	Balakishiyeva i wsp. 2010
<i>Oenothera biennis</i> (wiesiołek dwuletni)	Tak	Roślina dziko rosnąca	Adamovic i wsp. 2014b
<i>Paeonia suffruticosais</i> (piwonia drzewiasta)	Tak	Roślina ozdobna.	Mackesy i Sullivan 2015
<i>Paeonia tenuifolia</i> (piwonia delikatna)	Tak	Roślina ozdobna.	Adamovic i wsp. 2014a
<i>Pisum sativum</i> (groch zwyczajny)	Tak	Roślina uprawna, uprawy poboczne.	Zwolińska et al. 2012
<i>Prunus armeniaca</i> (morela pospolita)	Tak	Roślina uprawna. Drzewo sadzone w ogrodach przydomowych i sadach.	Quaglino i wsp. 2013
<i>Prunus avium</i> (wisnia ptasia, czereśnia)	Tak	Roślina uprawna. Drzewo często sadzone w ogrodach przydomowych i sadach.	Avramov i wsp. 2011
<i>Prunus mume</i> (morela japońska)	Nie	Roślina uprawiana	Quaglino i wsp. 2013
<i>Prunus persica</i> (brzoskwinia zwyczajna)	Tak	Roślina uprawna. Drzewo sadzone w ogrodach przydomowych i sadach.	Quaglino i wsp. 2013
<i>Rhododendron</i> spp. (rododendron, azalia)	Tak	Rośliny ozdobne często nasadzone w ogrodach i parkach.	Quaglino i wsp. 2013
<i>Rubus fruticosus</i> (jeżyna bezkolcowa)	Tak	Roślina uprawna.	Bobev i wsp. 2013
<i>Sambucus nigra</i> (bez czarny)	Tak	Krzew dziko rosnący, pospolicie występujący na całym obszarze PRA.	Filippin i wsp. 2008
<i>Solanum glaucophyllum</i>	Nie	Roślina dziko rosnąca	FERA

<i>Solanum lycopersicum</i> (pomidor zwyczajny)	Tak	Roślina uprawna, uprawy poboczne szklarniowe i gruntowe.	Buxa i wsp. 2015
<i>Solanum melongena</i> (psianka podłużna, bakłażan)	Tak	Roślina uprawna, uprawy poboczne.	Mackesy i Sullivan 2015
<i>Solanum tuberosum</i> (ziemniak)	Tak	Roślina uprawna, uprawy główne.	Holeva i wsp. 2014
<i>Sophora alopecuroides</i>	Nie	Krzew dziko rosnący	Mackesy i Sullivan 2015
<i>Sorghum halepense</i> (sorgo alepskie)	Nie	Roślina dziko rosnąca i uprawiana	Mackesy i Sullivan 2015
<i>Tagetes erecta</i> (aksamitka wzniesiona)	Tak	Roślina ozdobna często sadzona w ogrodach i przestrzeni miejskiej.	Alp i wsp. 2016
<i>Trifolium pretense</i> (koniczyna łąkowa)	Tak	Pospolita roślina dziko rosnąca i uprawiana.	Mackesy i Sullivan 2015
<i>Triticum aestivum</i> (pszenica zwyczajna)	Tak	Roślina uprawna, uprawy główne.	Mackesy i Sullivan 2015
<i>Urtica dioica</i> (pokrzywa zwyczajna)	Tak	Pospolita roślina dziko rosnąca na całym obszarze PRA.	Aryan i wsp. 2014 Mori i wsp. 2014
<i>Vaccinium corymbosum</i> (borówka wysoka, borówka amerykańska)	Tak	Roślina uprawna, uprawy poboczne.	Starovic i wsp. 2013
<i>Valeriana</i> spp. (kozłek)	Tak	Rośliny dziko rosnące.	Mackesy i Sullivan 2015
<i>Vicia faba</i> (bób)	Tak	Roślina uprawna, uprawy poboczne.	Mackesy i Sullivan 2015
<i>Vitis vinifera</i> (Winorośl właściwa)	Tak	Roślina uprawna, uprawy poboczne.	Maxiner 2011
<i>Zea mays</i> (kukurydza zwyczajna)	Tak	Roślina uprawna, uprawy główne.	Kovacevic i wsp. 2014

## 8. Drogi przenikania

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: Zakażone podkładki do szczepienia.
Krótki opis, dlaczego jest rozważana	Stwierdzono występowanie fitoplazmy w podkładkach do

jako droga przenikania	szczepienia 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?	Nie dotyczy		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Przestrzeganie dezynfekcji narzędzi podczas pracy. Stosowanie certyfikowanych materiałów roślinnych. Kontrole fitosanitarne przed eksportem roślin.		
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?	Nie		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie X	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	Średnia	Wysoka X

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: Wektor owadzi		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Szeroki zakres żywicieli ' <i>Ca. P. solani</i> ' zwiększa możliwą liczbę potencjalnych dróg przenikania patogenu do Polski. Należy również zwrócić uwagę podczas kontroli celnej na obecność typowych wektorów owadzich na wwożonym do Polski materiale roślinnym. W Polsce występuje rodzaj <i>Macrosteles</i> , do którego należy co najmniej 5 gatunków znanych jako wektory ' <i>Ca. P. solani</i> '.		
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?	Imago i stadia larwalne owadzich wektorów fitoplazmy.		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Wszystkie czynniki wpływające na nienaturalne zwiększenie wielkości populacji wektorów.		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze	Tak		

przenikania?			
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 X	Wysokie
Ocena niepewności	Niska X	Średnia	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: Rośliny do sadzenia. Części roślin i produkty roślinne.		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Szeroki zakres żywicieli ' <i>Ca. P. solani</i> ' zwiększa możliwą liczbę potencjalnych dróg przenikania patogenu do Polski. Należy również zwrócić uwagę podczas kontroli celnej na obecność typowych gospodarzy roślinnych wwożonych do Polski.		
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?	Cebulki, siewki roślin, części roślin, całe rośliny.		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Infekcja w roślinie przebiega często bezobjawowo. Objawy chorobowe uwiadcniają się w trakcie rozwoju choroby właściwej.		
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

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

Na terenie PRA występuje wiele roślin będących żywicielami tego patogenu w tym ważnych upraw, takich jak ziemniak, pomidor i kukurydza. Występują tutaj również wektory owadzie, np. *Macrosteles* sp. Powszechnie rośnie wiele roślin zielnych, które są rezerwuarami dla 'Ca. P. solani' (np. pokrzywa i powój polny).

W uprawach polowych prawdopodobieństwo zasiedlenia zmniejsza się znacząco, kiedy stosowany jest certyfikowany materiał rozmnożeniowy (w tym podkłádki do szczepienia roślin) oraz kiedy na terenie uprawy prowadzone są regularne opryski insektycydami, co znacząco, jeśli nie całkowicie, zmniejsza populację owada-wektora a tym samym populację patogenu.

### **Klimat**

Obecność fitoplazmy została potwierdzona w większości krajów UE, wliczając w to Polskę i jej najbliższych sąsiadów: Niemcy, Francję, Czechy i Rosję. Występowanie tego patogenu zanotowano również w wielu innych krajach na świecie, dlatego można uznać, że klimat panujący w obszarze PRA sprzyja występowaniu 'Ca. P. solani'.

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

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

W warunkach chronionych, jakimi są uprawy szklarniowe, zasiedlanie się patogenu wydaje się mało prawdopodobne, o ile stosowany jest certyfikowany materiał rozmnożeniowy oraz wyeliminuje się całkowicie populacje wektorów fitoplazm.

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

## 11. Rozprzestrzenienie na obszarze PRA

- Naturalne rozprzestrzenienie – 'Ca. P. solani' utrzymuje się w przyrodzie w sposób naturalny dzięki bardzo szerokiemu zakresowi gospodarzy roślinnych, z których wiele służy również jako rezerwuar patogenu oraz dzięki licznym gatunkom owadów-wektorów. Rośliny uprawne nie są niezbędne do rozprzestrzeniania się i utrzymania populacji 'Ca. P. solani' w przyrodzie. Głównymi czynnikami wpływającymi na możliwość i tempo rozprzestrzeniania się patogenu są warunki pogodowe. Jeśli sprzyjają one rozwojowi

populacji owadów-wektorów, następuje nasilenie objawów chorobowych na zainfekowanych uprawach. Jeśli warunki klimatyczne w sposób naturalny ograniczają populację wektorów, ograniczają tym samym populację fitoplazmy. Rozwojowi owadów sprzyjają gorące i suche okresy letnie, dlatego w takich sezonach zaleca się stosowanie insektycydów na uprawach w celu ograniczenia populacji owadów-wektorów. Owady przenoszące fitoplazmy zazwyczaj nie są dobrymi lotnikami, jednakże powszechność ich występowania na obszarze PRA powoduje, że należy uznać prawdopodobieństwo rozprzestrzenienia się ‘*Ca. P. solani*’ jako wysokie.

- Z udziałem człowieka – Drogą rozprzestrzeniania mogą być zainfekowane fitoplazmą owoce, sadzonki i całe rośliny, sprowadzane z rejonów, w których patogen występuje. Źródłem infekcji i rozprzestrzeniania patogenu mogą być porażone bulwy ziemniaka użyte jako materiał rozmnożeniowy. Również zakażone rośliny winorośli (lub podkładowki do ich szczepienia) mogą stanowić źródło rozprzestrzeniania się patogenu. Istnieje również możliwość mechanicznego przeniesienia fitoplazmy w czasie prac pielęgnacyjnych, np. w szklarniowej uprawie pomidora, kiedy używane narzędzia nie są regularnie dezynfekowane.

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

## 12. Wpływ na obecnym obszarze zasięgu

W skali światowej ‘*Ca. P. solani*’ powoduje znaczące szkody w uprawach wielu roślin, takich jak: winorośl, ziemniak, pomidor, kukurydza, rośliny pestkowe (np. brzoskwinia). Nasilenie strat w plonach roślin związane jest z wielkością populacji owadów-wektorów w danym sezonie wegetacyjnym, chociaż owady te w warunkach naturalnych preferują żerowanie na roślinach dzikich. Ogniska choroby pojawiają się incydentalnie, kiedy zainfekowane fitoplazmą owady żerują na zbiorach.

W uprawie ziemniaka infekcja ‘*Ca. P. solani*’ skutkuje tzw. gąbczastością bulw, która powoduje zabarwienie się ziemniaków podczas smażenia na oleju, przez co stają się one nieatrakcyjne dla przemysłu spożywczego, a dodatkowo nie mogą być użyte jako materiał rozmnożeniowy (Lindner i wsp. 2011; Ember i wsp. 2011a). Do objawów na ziemniaku należy zaliczyć również przedwczesne wędnięcie roślin i ich śmierć, co powoduje dodatkowe straty w plonach. W latach, kiedy liczebność populacji wektorów była wysoka, znaczące szkody w uprawie ziemniaków odnotowano w Turcji, Rumunii, południowej Rosji i w Czechach (Citir 1985; Fialová i wsp. 2009; Eroglu i wsp. 2010; Ember i wsp. 2011a, b). Badania przeprowadzone w Rumunii wykazały, że 16,7% bulw było porażonych przez ‘*Ca. P. solani*’ (Ember i wsp. 2011b).

Choroba BN występuje najczęściej na polach sąsiadujących z siedliskami naturalnych rezerwarów roślinnych tego patogenu, często w połączeniu z występowaniem owada *H. obsoletus* (Bressan i wsp. 2007). Badania prowadzone w Czechach w roku 2013 wykazały, że 14 lokalizacji w obrębie Moraw było porażonych ‘*Ca. P. solani*’ (Stary i wsp. 2013). Najwyższy stopień zainfekowania winnicy określono na 68%. Przeciętnie stopień porażenia roślin w badanych winnicach wahał się między 9,31 a 13,98% w trzyletnim okresie badań. Pomimo obserwowanych przypadków remisji objawów zanotowano 25% spadek plonów winorośli (Morone i wsp. 2007).

W uprawie kukurydzy w wyniku MR w Serbii zanotowano straty w plonach sięgające 40-90% (Jović i wsp. 2009).

Występowanie ‘*Ca. P. solani*’ zanotowano również w uprawie truskawki we Włoszech, gdzie porażone rośliny wykazywały objawy skarłowacenia i niedorozwoju systemu korzeniowego. Wysokość strat w plonach nie została jednak podana (Credi i wsp. 2006; Terlizzi i wsp. 2006). We Francji obecność ‘*Ca. P. solani*’ na uprawach truskawek odnotowywano częściej w uprawach pod osłonami niż w uprawie polowej (Zreik i wsp. 2001).

#### 12.01 Wpływ na bioróżnorodność

Większość roślin żywicielskich do tej pory potwierdzonych dla ‘*Ca. P. solani*’ to gatunki uprawne lub obce dla flory Polski. Patogen poraża również, nie upośledzając znacząco żywotności roślin, kilka pospolicie rosnących roślin zielnych jak pokrzywa, powój polny, cykoria podróżnik, bez czarny, wiesiołek dwuletni, kozłki, marchew zwyczajna, koniczyna łąkowa. Zarówno marchew (*D. carota*) jak i koniczyna łąkowa (*T. pratense*) są gatunkami związanymi ze zbiorowiskami łąkowymi i pastwiskowymi, w tym z niżowymi i górskimi świeżymi łąkami użytkowanymi ekstensywnie (*A. elatioris*), które są siedliskami przyrodniczymi wymagającymi ochrony w formie wyznaczenia obszarów Natura 2000.

Ocena wielkości wpływu na bioróżnorodność na obecnym obszarze zasięgu	Niska X	Średnia	Wysoka
Ocena niepewności	Niska X	Średnia	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	Objawy chorobowe wywołane przez fitoplazmy na roślinach	Publikacje naukowe wymienione w pkt 12 PRA



		uprawnych prowadzą do znaczącego obniżenia plonowania zainfekowanej rośliny, stąd przy dużym nasileniu choroby możliwe są znaczne straty w plonach.	
Regulująca	Tak	W niewielkim stopniu może wpływać na zmiany frekwencji składu gatunkowego roślin tworzących pastwiska i łąki.	
Wspomagająca	Nie		
Kulturowa	Nie		

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

### 12.03 Wpływ socjoekonomiczny

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

### 13. Potencjalny wpływ na obszarze PRA

Wpływ ‘*Ca. P. solani*’ na obszar PRA będzie zależał od warunków klimatycznych panujących w kolejnych sezonach wegetacyjnych oraz od liczebności populacji wektorów. Istotny wpływ będzie miała również obecność siedlisk naturalnych roślin-rezerwuarów ‘*Ca. P. solani*’ w bezpośrednim sąsiedztwie upraw. Przy obecnie stosowanych środkach zapobiegawczych oraz przy dotychczas występujących warunkach klimatycznych, poziom populacji ‘*Ca. P. solani*’ utrzymuje się na bardzo niskim poziomie i występowanie tego patogenu jest incydentalne (Zwolińska i wsp. 2012) a według informacji przekazanych przez PIORiN, w ostatnich latach brak danych wskazujących na występowanie agrofaga w Polsce.

Czy wpływ będzie równie duży, co na obecnym obszarze występowania? Tak/Nie

Jeżeli odpowiedź brzmi **Tak** należy opisać przesłanki w odpowiednich punktach. Jeśli nie, opisać dlaczego wpływ będzie inny i zaznaczyć nową ocenę.

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

Jeśli Nie

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

#### 13.02 Potencjalny wpływ na usługi ekosystemowe na obszarze PRA

Jeśli Nie

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

#### 13.03 Potencjalny wpływ socjoekonomiczny na obszarze PRA

Jeśli Nie

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

#### 14. Identyfikacja zagrożonego obszaru

Ze względu na szeroki zakres gospodarzy roślinnych, obecność roślin będących naturalnymi rezerwuarami patogenu oraz dużą liczbę gatunków owadów mogących przenosić 'Ca. P. solani', zagrożony patogenem jest cały obszar PRA.

#### 15. Zmiana klimatu

Rozwojowi choroby fitoplazmatycznej sprzyjają: średnia wysoka temperatura (20-30°C) i wysoka wilgotność powietrza, brak zim z temperaturami poniżej 0°C oraz wszelkie czynniki sprzyjające wzrostowi liczebności populacji wektorów fitoplazm. Dlatego można przyjąć, że ocieplenie się klimatu, które nastąpi wg aktualnych prognoz IPCC dla scenariuszy RCP 4.5, 6.0,

8.0 (IPCC, 2014, patrz tabele Załącznik 1) spowoduje nasilenie częstości występowania infekcji i bardziej nasilone objawy choroby, co może prowadzić do znaczących strat w plonach upraw takich jak np. winorośl.

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

Scenariusz zmiany klimatu: każdy z realnych scenariuszy (RCP 4.5; RCP 6.0 i RCP 8.5) będzie sprzyjał (w różnym stopniu) rozprzestrzenianiu się choroby na uprawy ze względu na przewidywany wzrost temperatury powietrza.

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	
Czy prawdopodobieństwo zasiedlenia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę prawdopodobieństwa i niepewności)	Źródła
Nie	
Czy wielkość rozprzestrzenienia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wielkości rozprzestrzenienia i niepewności)	Źródła
Nie	
Czy wpływ na obszarze PRA może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wpływu i niepewności)	Źródła
Tak. Możliwy wzrost liczby infekcji i natężenie rozwoju objawów chorobowych na roślinach.	Balakishiyeva i wsp. 2010

#### 16. Ogólna ocena ryzyka

Ze względu na szeroki zakres gospodarzy roślinnych, obecność roślin będących naturalnymi rezerwuarami patogenu oraz ze względu na dużą liczbę gatunków owadów mogących przenosić 'Ca. P. solani', należy uznać ryzyko zagrożenia ze strony tego patogenu za wysokie. Zagrożenie to jest tym bardziej znaczące, że patogen ten w przyrodzie występuje głównie w roślinach dzikich, na których również preferują żerować przenoszące go owady. Do utrzymania się w środowisku i do zamknięcia cyklu życiowego patogen ten nie wymaga obecności roślin

uprawnych. Obecność upraw jest dla 'Ca. P. solani' jedynie dodatkowym ułatwieniem. Sytuacja taka praktycznie uniemożliwia całkowite wyeliminowanie 'Ca. P. solani'.

### Etap 3. Zarządzanie ryzykiem zagrożenia agrofagiem

#### 17. Środki fitosanitarne

Ze względu na czynniki opisane w pkt. 15 nie istnieją skuteczne metody bezpośredniego zwalczania 'Ca. P. solani'. Stosowanie środków owadobójczych ograniczy populację wektora, ale nie wyeliminuje go ze środowiska. Działania ochronne przeciwko 'Ca. P. solani' opierają się w praktyce na działaniach zapobiegających zakażeniu. W uprawach szklarniowych lub pod osłonami będą to wszelkie czynności zapewniające czystość szklarni, narzędzi, materiałów i pojemników do przechowywania plonów. W uprawach polowych działania te ograniczać się będą do eliminacji roślin rezerwuarów dla 'Ca. P. solani' z bezpośredniego sąsiedztwa upraw oraz na redukcji populacji owadów-wektorów fitoplazmy. W obu przypadkach obowiązują zasady dobrej praktyki rolniczej, w szczególności stosowanie certyfikowanych materiałów rozmnożeniowych, przebadanych laboratoryjnie i wolnych od patogenu.

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	Opłacalność środków
Przenoszenie zakażonych roślin w całości lub w części.	Wszystkie ww. opcje: w miejscu produkcji i po zbiorach, przed odprawą lub w trakcie transportu	Najbardziej opłacalne i skuteczne będzie podejmowanie ww. środków zaradczych na etapie produkcji roślin.

17.02 Środki zarządzania eradykacją, powstrzymywaniem i kontrolą

Redukcja populacji wektora. Wysoka efektywność przy wysokich kosztach zabiegu.

Usunięcie i spalenie chorych roślin. Wysoka efektywność przy dużych kosztach wynikających ze strat w plonach.

Najlepsze efekty przynosi kontrola nad procesem produkcji roślin. Koszty poniesione na tym etapie są dużo mniejsze niż na etapie eradykacji choroby. Ponadto środki te są uniwersalne przy zapobieganiu szeregu innych chorób bakteryjnych i wirusowych roślin uprawnych, więc potencjalne korzyści z nich wynikające wskazują na ich opłacalność.

#### 18. Niepewność

Największy poziom niepewności w określeniu zagrożenia dla upraw ze strony 'Ca. P. solani' wynika z bardzo szerokiego zakresu gospodarzy roślinnych tego patogenu, a także z dużej liczby gatunków owadów będących jego wektorami. W wyniku prowadzonych na całym świecie badań

systematycznie zgłaszane są nowe gatunki roślin czy owadów będących nosicielami tej fitoplazmy i potencjalnymi wrotami rozprzestrzeniania się tego patogenu. Nieznajomość wszystkich gospodarzy i wektorów 'Ca. P. solani' powoduje, że praktycznie niemożliwe jest przewidzenie długofalowych i potencjalnych skutków występowania tego patogenu na uprawach na obszarze PRA. Ta sama zależność odnosi się do faktu, że nie znamy wszystkich naturalnie występujących roślin pełniących funkcję rezerwuarów dla tego patogenu.

Ponadto, niepewność zwiększają zmienne warunki klimatyczne, od których zależy liczebność populacji samego patogenu, jego wektorów i tym samym stopień nasilenia objawów chorobowych na uprawach powodujących straty w plonach.

## 19. Uwagi

Najważniejsze w kontroli 'Ca. P. solani' (i innych chorób fitoplazmatycznych) jest stosowanie środków zapobiegawczych na etapie produkcji roślin, w szczególności: wykrycie szkodnika w miejscu produkcji w ramach inspekcji lub testów; zapobieganie zarażeniu produktów w miejscu produkcji (zabiegi, odporne odmiany, hodowla w specyficznych warunkach, zbiór w określonej porze roku lub w określonym cyklu wzrostu, produkcja wg certyfikowanego schematu) oraz stworzenie i utrzymanie wolnego od szkodnika miejsca produkcji.

## 20 Źródła

- Adamovic D., Djalovic I., Mitrovic P., Kojic S., Pivic R., Josic D. 2014a. First report on natural infection of *Paeonia tenuifolia* by 'Candidatus Phytoplasma solani' in Serbia. *Plant Disease* 98(4): 565.
- Adamovic D., Djalovic I., Mitrovic P., Kojic S., Starovic M., Purar B. 2014b. First report of 16SrXII-A subgroup phytoplasma (stolbur) associated with of *Oenothera biennis* in Serbia. *Plant Disease* 98(6): 841.
- Alp S., Usta M., Sipahioglu H. M., Guller A. 2016. First report of "Candidatus Phytoplasma solani" on a new host marigold (*Tagetes erecta* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 40: 311-318.
- Aryan, A., Brader, G., Mörtel, J., Pastar, M., and Riedle-Bauer, M. 2014. An abundant 'Candidatus Phytoplasma solani' tuf b strain is associated with grapevine, stinging nettle and *Hyalesthes obsoletus*. *European Journal of Plant Pathology* 140:213–227.
- Avramov Z., Contaldo N., Bertaccini A., Sakaliev D. 2011. First report of stolbur phytoplasmas in *Prunus avium* in Bulgaria. *Bulletin of Insectology* 64: S71-S72. ISSN 1721-8861
- Balakishiyeva G., Danet J.L., Qurbanov M., Mamedov A., Kheyr-Pour A, Foissac X. 2010. First report of phytoplasma infections in several temperature fruit trees and vegetables. *Journal of Plant Pathology* 92(4, Suppl.): S4.115.

- Biswas C., Dey P., Satpathy S. 2014. First report on molecular detection of a stolbur phytoplasma (Group16SrXII-A) associated with kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in India. Archives of Phytopathology and Plant Protection 47(14): 1746-1751.
- Bobev S.G., De Jonghe K., Maes M. 2013. First Report of '*Candidatus* Phytoplasma solani' on Blackberry (*Rubus fruticosus*) in Bulgaria. Plant Disease, 97(2): 282.
- Bressan A., Turata R., Maixner M., Spiazzi S., Boudon-Padieu E., Girolami V. 2007. Vector activity of *Hyalesthes obsoletus* living on nettles and transmitting a stolbur phytoplasma to grapevines: a case study. Annals of Applied Biology 150: 331-339.
- Březíková M., Linhartová S. 2007. First report of potato stolbur phytoplasma in hemipterans in southern Moravia. Plant Protection Science 43: 73-76.
- Buxa SV, Degola F, Polizzotto R, De Marco F, Loschi A, Kogel K-H, Sanità di Toppi L, van Bel AJE and Musetti R (2015) Phytoplasma infection in tomato is associated with re-organization of plasma membrane, ER stacks, and actin filaments in sieve elements. Front. Plant Sci. 6:650. doi: 10.3389/fpls.2015.00650
- Choueiri E., Jrejiri F., El-Zammar S., Verdin E., Salar P., Danet J. L., Bove J., Garnier M. 2002. First report of grapevine "bois noir" disease and a new phytoplasma infecting solanaceous plants in Lebanon. Plant Disease 86: 697.
- Citir A. 1985. Preliminary investigation of potato diseases caused by mycoplasma like organisms (MLO) in Erzurum region. Journal of Turkish Phytopathology 14: 53-63.
- Clair D., Larrue J., Aubert G., Gillet J., Cloquemin G., Boucon-Padieu E. 2003. A multiplex nested-PCR assay for sensitive and simultaneous detection and direct identification of phytoplasma in the Elm yellows group and Stolbur group and its use in survey of grapevine yellows in France. Vitis 42(3): 151-157.
- Credi R., Terlizzi F., Babini A.R., Lucchi P. 2006. "Marginal chlorosis": first investigations in Emilia Romagna on this infectious disease of strawberry. Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura 68: 22-26.
- Cvrković T., Jovic J., Mitrovic M., Krstic O., Tosevski I. 2014. Experimental and molecular evidence of *Reptalus panzeri* as a natural vector of bois noir. Plant Pathology 63: 42-53.a
- Delic D., Contaldo N., Lolic B., Moravcevic D., Bertaccini A. 2016. First report of "*Candidatus* Phytoplasma solani" in pepper and celery in Bosnia and Herzegovina. Disease note. Journal of Plant Pathology, 96 (1), 171-185.
- EFSA. 2014. Scientific Opinion on the pest categorisation of '*Candidatus* Phytoplasma solani'. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Włochy. EFSA Journal 12(12): 3924.
- Ember, I., Acs, Z., Munyaneza, J. E., Crosslin, J. M., Kolber, M. 2011a. Survey and molecular detection of phytoplasmas associated with potato in Romania and southern Russia. European Journal of Plant Pathology 130: 367-377.
- Ember I., Talaber C., Acs Z., Nagy Z., Koelber M. 2011b. Study of stolbur phytoplasma tuber transmission in potato varieties of high starch content. Bulletin of Insectology 64: S209-S210.

- EPPO. No date. Potato stolbur phytoplasma. data sheets on quarantine pests. [http://www.eppo.int/QUARANTINE/bacteria/Stolbur/PHYYP10\\_ds.pdf](http://www.eppo.int/QUARANTINE/bacteria/Stolbur/PHYYP10_ds.pdf).
- Eroglu S., Ozbek H., Sahin F. 2010. First report of group 16SrXII phytoplasma causing stolbur disease in potato plants in the Eastern and Southern Anatolia regions of Turkey. *Plant Disease* 94: 1374-1374.
- FERA The Food and Environment Research Agency: <https://secure.fera.defra.gov.uk/phiw/riskRegister/downloadExternalPra.cfm?id=3828>
- Fialová R., Valova P., Balakishiyeva G., Danet J.L., Safarova D., Foissac X., Navratil M. 2009. Genetic variability of stolbur phytoplasma in annual crop and wild plant species in South Moravia. *Journal of Plant Pathology* 91: 411-416.
- Filippin L., Angelini E., Borgo M. 2008. First identification of a phytoplasma infecting *Cornus sanguinea* and *Sambucus nigra*. *New Disease Reports* 17: 10.
- Gajardo A., Fiore N., Prodan S., Paltrinieri S., Botti S., Pino A. M., Zamorano A., Montealegre J., Bertaccini A. 2009. Phytoplasmas associated with grapevine yellows disease in Chile. *Plant Disease* 93: 789-796.
- Gatineau F., Larrue J., Clair D., Lorton F., Richard-Molard M., Boudon-Padieu E. 2001. A new natural planthopper vector of stolbur phytoplasma in the genus *Pentastiridius* (Hemiptera : Cixiidae). *European Journal of Plant Pathology* 107: 263-271.
- Gao Y., Qiu P-P., Liu W-H., Su W-M., Gai S-P., Liang Y-C., Zhu X-P. 2013. Identification of 'Candidatus Phytoplasma solani' associated with Tree Peony Yellows Disease in China. *Journal of Phytopathology* 161(3): 197-200.
- Hodgetts J., Flint L.J., Daly M., Harju V.A., Skelton A.L., Fox A. 2015. Identification of 'Candidatus Phytoplasma solani' (16Sr XII-A) infecting strawberry plants in the United Kingdom. *New Disease Reports* (2015) 31, 5. <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2015.031.005>
- Holeva M.C., Glynos P.E., Karafla C.D., Koutsoumari E.M., Simoglou K.B., Eleftheriadis E. 2014. First report of 'Candidatus Phytoplasma solani' associated with potato plants in Greece. *Plant Disease* 98(12): 1739.
- Ivanovic Z., Trkulja N., Zivkovic S., Dolovac E.P., Dolovac N., Jovic J., Mitrovic M. 2011. First report of stolbur phytoplasma infecting celery in Serbia. *Bulletin of Insectology* 64: S239-S240. ISSN 1721-8861.
- IPCC 2014. Summary for policymakers. W: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken i wsp., red.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32. [https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WG2AR5\\_SPM\\_FINAL.pdf](https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WG2AR5_SPM_FINAL.pdf)
- Johannesen J., Foissac X., Kehrl P., Maixner M. 2012. Impact of vector dispersal and host-plant fidelity on the dissemination of an emerging plant pathogen. *PLoS ONE* 7: e51809.



- Jović J., Cvrković T., Mitrovic M., Krnjajic S., Petrovic A., Redinbaugh M.G., Pratt R.C., Hogenhout S.A., Tosevski I. 2009. Stolbur phytoplasma transmission to maize by *Reptalus panzeri* and the disease cycle of Maize redness in Serbia. *Phytopathology* 99: 1053-1061.
- Kovacević M., Đuric Z., Jović J., Perkovic G., Lolic B., Hrcic S. 2014. First report of stolbur phytoplasma associated with Maize redness disease of maize in Bosnia and Herzegovina. *Plant Disease* 98(3): 418.
- Langer, M., Maixner, M. 2004. Molecular characterisation of grapevine yellows associated phytoplasmas of the stolbur-group based on RELP-analysis of non-ribosomal DNA. *Vitis* 43: 191-199.
- Lee, I.M., Gundersen-Rindal, D.E., Davis, R.E., and Bartoszyk, I.M. 1998. Revised classification scheme of phytoplasmas based on RFLP analyses of 16S rRNA and ribosomal protein gene sequences. *International Journal of Systematic Bacteriology* 48(4): 1153-1169.
- Lindner K., Haase N.U., Roman M., Seemüller E. 2011. Impact of stolbur phytoplasmas on potato tuber texture and sugar content of selected potato cultivars. *Potato Research* 54: 267-282.
- Lotos L., Tsialtas J.T., Maliogka V.I., Kaloumenos N., Eleftherohorinos I.G., Katis N.I., Das A.K., Nerkar S.G., Bawage S.S., Kumar A. 2013. First report of a "*Candidatus phytoplasma solani*" related strain associated with a disease of *Datura stramonium* in Greece. *Journal of Plant Pathology* 95 (2): 447.
- Mackesy, D., and Sullivan, M. 2015. CPHST Pest Datasheet for 'Candidatus Phytoplasma solani'. USDA-APHIS-PPQ-CPHST. file:///C:/Users/ABC-PC/Downloads/Candidatus%20Phytoplasma%20solani\_2016.pdf
- Maixner, M. 2011. Recent advances in bois noir research. *Petria* 21: 17–32.
- Mitrev S., Nakova E., Pejcinovski F., Angelini E. 2007. Geographical distribution of "bois noir" phytoplasmas infecting grapevines in the Republic of Macedonia. W: *Bulletin of Insectology*, Vol. 60, pp. 155-156. Alma Mater Studiorum, Univ Bologna, Bologna.
- Mori N., Pavan F., Maixner M. 2014. Control of *Hyalesthes obsoletus* nymphs based on chemical weeding and insecticides applied on *Urtica dioica*. *Vitis* 53: 103-109.
- Morone C., Boveri M., Giosue S., Gotta P., Rossi V., Scapin I., Marzachi C. 2007. Epidemiology of *Flavescence dorée* in vineyards in northwestern Italy. *Phytopathology* 97: 1422-1427.
- Pavlovics S., Starovic M., Stojanovic S.D., Aleksic G., Kojic S., Zdravkovic M. 2014a. The first report of stolbur phytoplasma associated with phyllody of *Calendula officinalis* in Serbia. *Plant Disease* 98(8): 1152.
- Pavlovics S., Starovic M., Stojanovic S.D., Kojic S., Marinkovic J., Josic D. 2014b. First report of stolbur phytoplasma affecting *Cichorium intybus* in Serbia. *Plant Disease* 98(6): 839.
- Quaglino F., Zhao Y., Casati P., Bulgari D., Bianco P.A., Wei W., Davis R.E. 2013. '*Candidatus Phytoplasma solani*', a novel taxon associated with stolbur- and bois noir-related diseases of plants. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 63: 2879-94.

- Quaglino, F., Maghradze, D., Chkhaidze, N., Casati, P., Failla, O., and Bianco, P.A. 2014. First report of 'Candidatus Phytoplasma solani' and 'Candidatus Phytoplasma convolvuli' associated with grapevine bois noir and bindweed yellows, respectively, in Georgia. *Plant Disease* 98(8): 1151.
- Salem N.M., Quaglino F., Abdeen A., Casati P., Bulgari D., Alma A. 2013. First report of 'Candidatus Phytoplasma solani' strains associated with grapevine Bois noir in Jordan. *Plant Disease* 97 (11): 1505.
- Starovic M., Kojic S., Kuzmanovic S.T., Stojanovic S.D., Pavlovic S., Josic, D. 2013. First report of blueberry reddening disease in Serbia associated with 16SrXII-A (stolbur) phytoplasma. *Plant Disease* 97(12): 1653.
- Stary M., Valova P., Safarova D., Lauterer P., Ackermann P., Navratil M. 2013. Survey and molecular detection of Bois noir in vineyards of the Czech Republic - Short communication. *Horticultural Science* 40: 83-87.
- Terlizzi F., Babini A.R., Credi R. 2006. First report of stolbur phytoplasma (16SrXII-A) on strawberry in northern Italy. *Plant Disease* 90: 831-831.
- Zreik L., Danet J.L., Foissac X., Gardar J., Verdin E., Bove J.M., Garnier M., Nourrisseau J.G. 2001. Marginal chlorosis of strawberry plants can be induced by two different phloem-restricted bacteria: The proteobacterium "*Candidatus Phlomobacter fragariae*" and the stolbur phytoplasma. In *Proceedings of the 9th International Symposium on Small Fruit Virus Diseases* (red. Martin R.R.), pp. 101-105. International Society Horticultural Science, Leuven, Belgia 1.
- Zwolińska A., Krawczyk K., Pospieszny H. 2012. Molecular characterization of stolbur phytoplasma associated with pea plants in Poland. *Journal of Phytopathology* 160: 317–323

## Załącznik 1.

Tabela 1. Modele zmiany temperatury w okresie zimowym wg scenariuszy RCP 4.5, 6.0 i 8.5. Wartości 9% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

<b>RCP 4.5</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	10.11	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
<i>ŚREDNIA:</i>	9.98	10.60	1.06	1.85
<i>5.00%</i>	9.20	9.53	-0.34	0.28
<i>95.00%</i>	10.92	11.82	2.74	3.25
<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	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
<i>ŚREDNIA:</i>	10.00	11.22	0.95	1.89
<i>5.00%</i>	9.38	9.97	0.00	0.78
<i>95.00%</i>	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
<i>ŚREDNIA:</i>	10.60	12.58	1.80	3.91
<i>5.00%</i>	9.82	11.25	0.42	2.24
<i>95.00%</i>	11.62	14.22	3.52	6.34

Tabela 2. Modele zmiany temperatury w okresie letnim wg scenariuszy RCP 4.5, 6.0 i 8.5. Wartości 9% i 95% oznaczają odpowiednie percentyl.

<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
<i>ŚREDNIA:</i>	9.60	10.18	19.31	19.89
<i>5.00%</i>	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
<i>ŚREDNIA:</i>	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
<i>ŚREDNIA:</i>	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 4.5, 6.0 i 8.5. Wartości 9% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

<b>RCP 4.5</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	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 4.5, 6.0 i 8.5. Wartości 9% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

<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
<i>ŚREDNIA:</i>	129,5	130,2	212,0	207,9
<i>ZMIANA (%):</i>	7,6	8,1	2,1	0,1
<i>5.00%</i>	105.055	111.95	168.99	143.635
<i>95.00%</i>	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
<i>ŚREDNIA:</i>	138,8	145,3	204,8	191,4
<i>ZMIANA (%):</i>	15,3	20,7	-1,3	-7,8
<i>5.00%</i>	121.55	118.375	153.175	132.675
<i>95.00%</i>	157.475	176.45	252.825	246.875