

Podsumowanie Analizy Zagrożenia Agrofagiem (Ekspres PRA) dla 'Tomato brown rugose fruit virus'

Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska

Opis obszaru zagrożenia: Rośliny żywicielskie wirusa, w tym gatunki: uprawne (pomidor, papryka, bakłażan), ozdobne (bieluń) oraz chwasty (psianka czarna, komosa murowa) występują powszechnie na całym obszarze PRA, na polach na otwartym terenie oraz w przydomowych ogródkach. Zwiększone ryzyko występowania ToBRFV może pojawić się zwłaszcza na terenie gospodarstw produkcji towarowej (uprawy szklarniowe) zlokalizowanych głównie w województwach: mazowieckim, wielkopolskim, małopolskim, łódzkim i kujawsko-pomorskim.

Tomato brown rugose fruit virus ma zróżnicowany zakres roślin żywicielskich, obejmujący zarówno gatunki uprawnych roślin psiankowatych (pomidor, papryka, bakłażan), rośliny ozdobne (bieluń) jak i chwasty (komosy, psianka czarna), które występują na całym terenie PRA. Wirus powoduje pogorszenie kondycji roślin i obniża wartość rynkową owoców, które nie nadają się do sprzedaży. Dotychczas ToBRFV wykrywany był w Ameryce Północnej (Meksyk, USA), Azji (Jordania, Izrael, Palestyna, Turcja, Chiny), a w Europie na terenie: Cypru, Francji, Grecji, Hiszpanii, Królestwa Niderlandów, Niemiec, Wielkiej Brytanii i Włoch. W 2020 r. pierwsze, pojedyncze wykrycie patogenu potwierdzono także na obszarze PRA (województwo warmińsko-mazurskie). Tak jak inne tobamowirusy także ToBRFV bardzo łatwo rozprzestrzenia się mechanicznie poprzez kontakt z skontaminowanymi narzędziami, ubraniami, poprzez kontakt roślin. Na dalsze odległości może zostać przeniesiony wraz z zainfekowanym materiałem rozmnożeniowym (sadzonki, materiał do szczepień), z owocami bądź resztkami chorych roślin, z chorymi roślinami ozdobnymi. Wyniki ostatnich badań wykazały możliwość przenoszenia wirusa wraz z pyłkiem podczas zapylania przez trzmiele ziemne (*Bombus terrestris*). Wirus pojawił się po raz pierwszy w pojedynczych szklarniach w południowej Jordanii w 2014 r., w dwa lata później był już wykrywany niemal na całym obszarze uprawy pomidorów w Jordanii.

W sytuacji przedostania się wirusa na nowe lokalizacje na terenie PRA wraz z zainfekowanym materiałem roślinnym lub poprzez zawleczone, infekcyjne owady może dojść do rozwoju infekcji, która potencjalnie spowoduje straty w jakości i ilości plonów takich roślin uprawnych jak: pomidor, papryka, bakłażan. Ochrona roślin przed chorobami wirusowymi polega na systematycznej kontroli materiału roślinnego sprowadzanego do kraju oraz na likwidowaniu zainfekowanych roślin oraz owadów zapylających, których osobniki mogą bytować na roślinach bądź owocach w celu wyeliminowania wszelkich źródeł wirusa, którego obecność została wykryta i potwierdzona jak dotąd tylko w 1 lokalizacji na terenie PRA.

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

Inne rekomendacje:

Ekspresowa Analiza Zagrożenia Agrofagiem: Wirus brunatnej wyboistości owoców pomidora
(*Tomato brown rugose fruit virus*, ToBRFV)

Przygotowana przez: dr Katarzyna Trzmiel, prof. dr hab. Natasza Borodynko-Filas, dr Julia Minicka, mgr Magdalena Gawlak, mgr Daria Rzepecka, dr Tomasz Kałuski
Data: 13.07.2020

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:

Wirus brunatnej wyboistości owoców pomidora (*Tomato brown rugose fruit virus*) ma zakres roślin gospodarzy obejmujący zarówno gatunki uprawne (z rodziny psiankowatych), chwasty, a także rośliny ozdobne (Salem i wsp., 2016). Wirus bardzo łatwo i efektywnie przenosi się mechanicznie oraz prawdopodobnie, tak jak inne tobamowirusy, również przez nasiona, a według niedawno opublikowanych badań, także wraz z pyłkiem podczas zapylania przez trzmiele ziemne (*Bombys terrestris*) (Levitzky i wsp., 2019). Infekcje ToBRFV są niebezpieczne dla upraw pomidorów i papryki. Obecność wirusa potwierdzono w wielu regionach na świecie: Ameryka Północna (USA, Meksyk), Azja (Jordania, Izrael, Palestyna, Turcja, Chiny), a w Europie (Cypr, Włochy, Hiszpania, Francja, Wielka Brytania, Niderlandy oraz Niemcy)

(https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_viruses/tomato_brown_rugose_fruit_virus). Z uwagi na wykrycie w czerwcu 2020 r. pierwszego ogniska choroby na terenie PRA oraz występowanie wirusa w bezpośrednim sąsiedztwie (Niemcy), a także na terenie państw skąd importowane są rozsada i owoce pomidorów oraz papryki (Królestwo Niderlandów, Hiszpania) dalsza ekspansja ToBRFV może stanowić poważne zagrożenie dla upraw w/w gatunków warzyw na terenie PRA.

Obszar PRA: Rzeczpospolita Polska

Etap 2 Ocena zagrożenia agrofagiem

1. Taksonomia:

Królestwo: Wirusy i wiroidy

Rodzina -Virgaviridae

Rodzaj – Tobamovirus

Gatunek – Tomato brown rugose fruit virus

Akronim – ToBRFV

Nazwa powszechna: wirus brunatnej wyboistości owoców pomidora

2. Informacje ogólne o agrofagu:

Wirus brunatnej wyboistości owoców pomidora (Tomato brown rugose fruit virus) został po raz pierwszy wykryty w szklarniowej uprawie pomidora w wiosce Ohad (południowa Jordania), w 2014 r. (Salem i wsp., 2016). Wirus przełamał odporność genu *Tm-2²* komercyjnych odmian pomidorów na inne tobamowirusy i w ciągu 2 lat jego występowanie potwierdzono na terenie całego kraju (Luria i wsp., 2017). ToBRFV rozprzestrzenił się i obecnie występuje w wielu regionach na całym świecie: Azja (Jordania, Palestyna, Izrael, Turcja, Chiny), Europa (Cypr, Grecja, Włochy, Hiszpania, Francja, Niemcy, Niderlandy, Wielka Brytania, Polska), Ameryka Północna (Meksyk, USA) (https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_viruses/tomato_brown_rugose_fruit_virus). Wirus łatwo rozprzestrzenia się mechanicznie z sokiem z porażonych roślin przenoszonym przez kontakt z: zanieczyszczonymi rękoma, narzędziami, ubraniami pracowników szklarni, przez bezpośredni kontakt roślin oraz poprzez materiał rozmnożeniowy (sadzonki, rozsada). Podejrzewa się, że podobnie jak inne tobamowirusy także ToBRFV może przenosić się przez nasiona, jednakże wymaga to dalszych weryfikacji (https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_viruses/tomato_brown_rugose_fruit_virus). Wyniki ostatnich badań potwierdzają, że wirus może być przenoszony w czasie zapylania przez trzmiele (*Bombus terrestris*) (Levitzky i wsp., 2019).

Budowa

ToBRFV ma postać pałeczkowatych cząstek o różnej długości. Genom referencyjnego izolatu ToBRFV-Jordan o długości 6393 nt (KT383474) jest typowy dla tobamowirusów i zawiera cztery otwarte ramki odczytu. ORF1 o wielkości ok. 126 kDa i ORF2 o wielkości ok. 183 kDa kodują białko RdRP związane z replikacją, ORF3 koduje białko MP (związane z przemieszczaniem wirusa) o wielkości ok. 30 kDa, natomiast ORF4 koduje białko CP (białko płaszcz) o wielkości ok. 17,5 kDa (Salem i wsp., 2016; Chanda i wsp., 2020).

Cykl życiowy

Wirusy są pasożytami bezwzględnyymi, a więc namnażają się tylko i wyłącznie w komórkach żywych. Mogą przetrwać w porażonych roślinach tak długo jak długo będzie ona wykazywać funkcje życiowe.

Rośliny żywicielskie

Zakres roślin żywicielskich ToBRFV obejmuje głównie warzywa uprawne: (pomidor, papryka, a także bakłażan). Ponadto, prowadzone badania wykazały możliwość sztucznej inokulacji innych roślin: tytoni (*Nicotiana benthamiana*, *N. glutinosa*, *N. megalosiphon*, *N. sylvestris*, *N. tabacum*), kwiatów ozdobnych: bieluni (*Datura stamonium*, *D. metel*) oraz chwastów: komos – *Chenopodium quinoa* i *Ch. murale* oraz psianki czarnej - *Solanum nigra*, spośród których te ostatnie mogą stać się rezerwuarem wirusa.

Symptomy

Porażone rośliny pomidora wykazywały objawy na liściach w postaci chloroz, mozaiki, plamistości, a także zwężenia liści. Infekcje ToBRFV powodowały obniżenie owocowania roślin, a uzyskane owoce dojrzewały nieregularnie. Ponadto, obserwowano pojawianie się na nich żółtych lub brązowych plam, a także deformacje i pomarszczenia. Owoce z porażonych roślin nie nadawały się do sprzedaży. Podobne objawy infekcji (mozaiki, deformację i żółknięcie liści, a ponadto deformację owoców oraz pojawianie się na nich żółtych i brązowych plam oraz zielonych pasków) obserwowano także na porażonych roślinach papryki (https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_viruses/tomato_brown_rugose_fruit_virus). Sztuczna inokulacja ToBRFV komos powodowała

występowanie chlorotycznych lokalnych plam liści. Natomiast, na liściach inokulowanych tytoni obserwowano obecność nekrotycznych lokalnych plam (Salem i wsp., 2016).

Wykrywanie i identyfikacja

Do wykrywania wirusa stosowane są techniki: biologiczne (test biologiczny), serologiczne (Indirect-ELISA) oraz molekularne. Dotychczas opisano następujące molekularne testy diagnostyczne ToBRFV:

- 1) RT-PCR – ze specyficznymi starterami ToBRFV-1534-F/ ToBRFV-3733-R, (AGATTTCCCTGGCTTTTGGGA/ATCATCGCCACCAAATTTTC) (Luria i wsp., 2017),
- 2) Taq-Man qRT-PCR do wykrywania wirusa w nasionach [Seed extract qPCR assay (SE-qPCR) [https://www.worldseed.org/wp-content/uploads/2019/09/ Tomato-ToBRFV_2019.09.pdf],
- 3) Real-time RT-PCR TaqMan (Panno S. i wsp., 2019),
- 4) RT-LAMP (Sarkes i wsp., 2020).

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

Wyniki badań wykazały możliwość przenoszenia wirusa przez trzmiele ziemne (*Bombus terrestris*) podczas zapylania. Na terenie PRA stwierdzono obecność tego i wielu innych gatunków trzmieli, które pospolicie występują na polach, łąkach i sadach (<http://www.tbop.org.pl/programy/ochrona/trzmiele/trzmiele.html>).

5. Status regulacji agrofaga

ToBRFV stwarza duże zagrożenie dla upraw pomidora i papryki. W krajach Unii Europejskiej gatunek ten nie podlega obowiązkowi zwalczania, lecz w 2019 r. został on umieszczony na Liście Alertowej EPPO.

6. Rozmieszczenie

| Kontynent | Rozmieszczenie (<i>lista krajów lub ogólne wskazanie – np. Zachodnia Afryka</i>) | Komentarz na temat statusu na obszarze występowania (<i>np. szeroko rozpowszechniony, natywny etc.</i>) | Źródła |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Afryka | Egipt | Sporadyczne wystąpienia w czterech regionach: Fayoum oraz Ismailia Governorates. (Po weryfikacji w/w doniesień uznano, że | Amer MA, Mahmoud SY, 2020 |

| | | | |
|-------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ToBRFV nie występuje na terenie Egiptu.) | |
| Ameryka Pd. | | | |
| Ameryka Pn. | Meksyk | | Cambrón-Crisantos JM i wsp., 2018 Camacho-Beltran E i wsp., 2019 |
| | USA | | Ling K-S i wsp., 2019 |
| Azja | Jordania | W 2015 r. wirus został po raz pierwszy wykryty i zidentyfikowany jako ToBRV w uprawie pomidora pod osłonami. | Salem N i wsp., 2015 |
| | Palestyna | W 2014 r. wirus wykryto po raz pierwszy. | Alkowni R i wsp., 2019 |
| | Izrael | W 2014 r. wirus został po raz pierwszy wykryty i zidentyfikowany jako ToBRV w uprawie pomidora pod osłonami w wiosce Ohad w południowej części Izraela. | Luria N i wsp., 2017 |
| | Turecja | W 2019 r. wirus został wykryty w Turcji w uprawach pomidora, głównie pod osłonami. | Fidan H i wsp., 2019 |
| | Chiny | | Yan Z i wsp., 2019 |
| UE | Czechy | W sierpniu 2020 roku wykryto pierwsze pojedyncze przypadki wirusa w uprawie nasiennej papryki. | NPPO of Czech Republic (2020-09) https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV/distribution/CZ |
| | Cypr | Wirus został wykryty w uprawach szklarniowych (4ha) pomidora w miejscowości Ayia | NPPO of Cyprus https://www.hortidaily.com/article/9245185/first-report-of-tomato- |

| | | | |
|--|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Napa (wschodnia część wyspy) w 2020 r. | brown-rugose-fruit-virus-in-cyprus/ |
| | Francja | Obecność wirusa potwierdzono po raz pierwszy w 2020 r. w Bretanii. | NPPO of France https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV/distribution/FR Alim'agri (2020-02-18) Virus ToBRFV : le ministère confirme la contamination de tomates en serre dans le Finistère. https://agriculture.gouv.fr/virus-tobrfv-le-ministere-confirme-la-contamination-de-tomates-en-serre-dans-le-finistere |
| | Grecja | W 2019 r. wirus został wykryty w Grecji w uprawach pomidora, głównie pod osłonami. | Beris D i wsp., 2020 |
| | Hiszpania | W 2019 r. wirus został wykryty w Hiszpanii, w regionie Andaluzji, w uprawach pomidora, głównie pod osłonami. | NPPO of Spain, https://gd.eppo.int/reporting/article-6668 |
| | Niderlandy | W 2019 r. wirus został wykryty w Niderlandach w uprawach pomidora, głównie pod osłonami. | NPPO of the Netherlands (2019-10) Official suspicion of Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) in <i>Solanum lycopersicum</i> at one professional fruit production company in municipality Westland. https://english.nvwa.nl/topics/pest-reporting/contents/pest-reports |
| | Niemcy | W 2018 r. został on po raz pierwszy stwierdzony w Europie | Menzel W i wsp., 2019 |

| | | | |
|--|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | na pomidorach: w Niemczech (w 7 szklarniach w kraju związkowym Północna Nadrenia – Westfalia). | |
| | Polska | Pierwsze wykrycie wirusa potwierdzono wiosną 2020 r. w szklarniowej uprawie pomidorów (1 ha) w rejonie Barczewa (Warmińsko-Mazurskie). Następnie wirusa potwierdzono w: jednej próbce nasion pochodzących od producenta z województwa podkarpackiego i 4 próbkach nasion pochodzących z Izraela, zaopatrzonych w holenderskie paszporty roślin i pobranych ze sklepów na terenie województwa lubelskiego oraz w jednej próbce pochodzącej z Izraela, pobranej na granicy i jednej próbce nasion pochodzących z Chin, a pobranej w magazynie na terenie województwa wielkopolskiego | NPPO of Poland https://www.hortidaily.com/article/9230557/to-brfv-found-in-poland-three-new-outbreaks-reported-in-the-uk/ Zintegrowany System Informatyczny w Ochronie Roślin i Nasiennictwie; https://system.piorin.gov.pl/piorin/ oraz niepublikowane dane PIORiN |
| | Wielka Brytania | W 2019 r. wirus został wykryty w Wielkiej Brytanii w uprawach pomidora, głównie pod osłonami. | Skelton A i wsp., 2019 |
| | Włochy | W 2018 r. został on po raz pierwszy | Panno S i wsp., 2019 |

| | | | |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| | | stwierdzony w Europie na pomidorach: we Włoszech (w 1 szklarni na Sycylii). W 2019 r. wirus został wykryty ponownie we Włoszech (Sycylia, Piemont). | |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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>Solanum lycopersicum</i> (pomidor zwyczajny) | Tak | Roślina uprawiana na całym obszarze PRA w gruncie i pod osłonami. | Salem N i wsp., 2016 https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_viruses/tomato_brown_rugose_fruit_virus |
| <i>Solanum nigrum</i> (psianka czarna) | Tak | Roślina dziko rosnąca na całym obszarze PRA. Siedliska antropogeniczne. | https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_viruses/tomato_brown_rugose_fruit_virus |
| <i>Solanum melongena</i> (bakłażan, psianka podłużna, oberżyna) | Tak | Roślina uprawna na obszarze PRA tylko przy sprzyjających warunkach mikroklimatycznych lub pod osłonami. | https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_viruses/tomato_brown_rugose_fruit_virus |
| <i>Capsicum annuum</i> (papryka roczna) | Tak | Na obszarze PRA <i>C. annuum</i> jest rośliną uprawianą. W cieplejszych rejonach kraju możliwa uprawa w gruncie, jednak częściej pod osłonami. Dostępne są odmiany ozdobne uprawiane w doniczkach | https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_viruses/tomato_brown_rugose_fruit_virus Salem NM i wsp., 2020 |

| | | | |
|----------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| | | w warunkach domowych. | |
| <i>Chenopodium murale</i> (komosa murowa) | Tak | Roślina dziko rosnąca na całym obszarze PRA. Siedliska antropogeniczne. | Salem N i wsp., 2016 |
| <i>Chenopodium quinoa</i> (komosa ryżowa) | Tak | Na obszarze PRA roślina rzadko uprawiana, efemerofit. | |
| <i>Datura metel</i> (bieluń surmikwiat) | Tak | Roślina ozdobna uprawiana na obszarze PRA. | |
| <i>Datura stramonium</i> (bieluń dziędzierzawa) | Tak | Roślina dziko rosnąca na siedliskach ruderalnych i segetalnych na obszarze PRA. Także roślina ozdobna i lecznicza. | |
| <i>Nicotiana benthamiana</i> | Tak | Gatunek tytoniu wykorzystywany jako roślina modelowa w badaniach biotechnologicznych. Uprawiany prawdopodobnie w warunkach szklarniowych w różnych ośrodkach badawczych. | |
| <i>Nicotiana glutinosa</i> | Nie | Roślina użytkowa pochodząca z Ameryki Południowej. | |
| <i>Nicotiana megalosiphon</i> | Nie | Roślina pochodząca z Australii. | |
| <i>Nicotiana glauca</i> (tytoń leśny) | Tak | Roślina pochodząca z Ameryki Południowej, na obszarze PRA rzadko uprawiana jako jednoroczna roślina ozdobna. | |

| | | | |
|-------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <i>Nicotiana tabacum</i> cv. White Burley, cv. Samsun | Tak | <i>Nicotiana tabacum</i> jest rośliną uprawną i dziczejąca (efemerofit) na całym obszarze PRA. | |
|-------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

8. Drogi przenikania

ToBRFV może być przenoszony na znaczne odległości z terenu pierwotnego występowania choroby wraz z importowanymi, zainfekowanymi roślinami (materiał rozmnożeniowy – rozsada warzyw, rośliny ozdobne lub owoce pochodzące z porażonych roślin oraz skontaminowane nasiona). Ponadto, prawdopodobne jest również przeniesienie wirusa wraz z infekcyjnym wektorem (trzmieł ziemny, *Bombus terrestris*) (Levitzky i wsp., 2019), który może się znaleźć na środkach transportu, opakowaniach, roślinach, owocach itp. W sytuacji, kiedy infekcyjne owady przenikną na podatne, obecne na obszarze PRA, gatunki roślin uprawnych (pomidor, papryka, bakłażan), rośliny ozdobne (bieluń) oraz w/w chwasty mogą doprowadzić do ich infekcji i do wprowadzenia rezerwuaru wirusa na danym terenie. ToBRFV bardzo łatwo przenosi się mechanicznie przez kontakt i z tego względu łatwo rozprzestrzenia się lokalnie.

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Możliwa droga przenikania | Droga przenikania: skontaminowane nasiona pomidora, papryki i bakłażana. |
| Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania | Tobamowirusy w bardzo łatwy sposób przenoszą się mechanicznie pomiędzy roślinami oraz z nasionami, na ich okrywkach. Zakładanie plantacji nasiennych na obszarach, na których wirus występuje może spowodować bardzo łatwe jego rozprzestrzenienie w rejonach, gdzie pomidory, papryka i bakłażany są uprawiane. |
| Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA? | Nie |
| Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania? | Tak (2019, Izrael, Nasiona, <i>Solanum lycopersicum</i>) |
| Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania? | - |
| Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania? | - |
| Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania? | Tak |
| Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko? | Tak |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|
| Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Tak | | |
| Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Tak. Wirus poraża głównie pomidory i paprykę, których nasiona mogą być importowana do Polski m.in. z Niderlandów, Włoch, Hiszpanii, Grecji, Niemiec, Francji, gdzie stwierdzono występowanie ToBRFV. Im większy import, tym większa szansa na przedostanie się wirusa do Polski. | | |
| Ocena prawdopodobieństwa wejścia | Niskie | Średnie | <u>Wysokie X</u> |
| Ocena niepewności | <u>Niska X</u> | Średnia | Wysoka |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Możliwa droga przenikania | Droga przenikania: porażony materiał rozmnożeniowy-porażone sadzonki warzyw: pomidorów, papryki, bakłażana, a także bielunia (<i>Datura stramonium</i> , <i>D. metel</i>) – roślin ozdobnych. |
| Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania | Tobamowirusy w bardzo łatwy sposób przenoszą się mechanicznie pomiędzy roślinami. Zakładanie plantacji materiału rozmnożeniowego na obszarach, na których wirus występuje może spowodować bardzo łatwe jego rozprzestrzenienie w rejonach, gdzie pomidory, papryka, bakłażany lub w/w rośliny ozdobne są uprawiane. |
| 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? | - |
| Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania? | - |
| Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania? | Tak |
| Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko? | Tak |
| Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Tak |
| Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Tak. Wirus poraża pomidory, paprykę, bakłażana lub bielunia których rozsada jest importowana do Polski m.in. z Niderlandów, Włoch, Hiszpanii, Grecji, Niemiec, Francji, gdzie stwierdzono występowanie ToBRFV. Im większy |

| | | | |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|
| | import, tym większa szansa na przedostanie się wirusa do Polski. | | |
| Ocena prawdopodobieństwa wejścia | Niskie | Średnie | <u>Wysokie X</u> |
| Ocena niepewności | <u>Niska X</u> | Średnia | Wysoka |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------|
| Możliwa droga przenikania | Droga przenikania: owoce pomidora, papryki, bakłażana zebrane z porażonych roślin. | | |
| Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania | Tobamowirusy w bardzo łatwy sposób przenoszą się mechanicznie wraz z sokiem z porażonych roślin i ich owoców na kolejne rośliny. Zakładanie plantacji produkcyjnych na obszarach, na których wirus występuje może spowodować bardzo łatwe jego rozprzestrzenienie w rejonach, gdzie pomidory i papryka są uprawiane. | | |
| Czy droga przenikania jest zamknięta na obszarze PRA? | Nie | | |
| Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania? | Tak (2019, Egipt, <i>Solanum lycopersicum</i>) | | |
| Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania? | - | | |
| Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania? | - | | |
| Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania? | Tak | | |
| Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko? | Tak | | |
| Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Tak | | |
| Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Tak. Wirus poraża pomidory, paprykę i bakłażany, których owoce są importowane do Polski m.in. z Niderlandów, Hiszpanii, Włoch, Grecji, gdzie stwierdzono występowanie ToBRFV. Im większy import, tym większa szansa na przedostanie się wirusa do Polski. | | |
| Ocena prawdopodobieństwa wejścia | Niskie | <u>Średnie X</u> | Wysokie |
| Ocena niepewności | Niska | <u>Średnia X</u> | Wysoka |

| | | | |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Możliwa droga przenikania | Droga przenikania: skontaminowany materiał po opakowaniach w których przewożono porażone owoce, sadzonki lub rośliny ozdobne. Resztki ziemi w których rosły porażone rośliny. | | |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------|
| Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania | Tobamowirusy w bardzo łatwy sposób przenoszą się mechanicznie przez kontakt i w ten sposób może dojść do kontaminacji opakowań lub do pozostawienia w nich resztek ziemi, w których rosły porażone rośliny. Pozostawione i niezabezpieczone opakowania i resztki infekcyjnej ziemi mogą stać się źródłem infekcji. | | |
| 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? | - | | |
| Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania? | - | | |
| Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania? | Tak | | |
| Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko? | Tak | | |
| Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Tak | | |
| Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Tak. Wirus poraża głównie pomidory i paprykę, ale także bakłażany i rośliny ozdobne np. bieluń. W przypadku importu roślin z terenu, gdzie potwierdzono występowanie ToBRFV np. z Niderlandów, istnieje wysokie ryzyko kontaminacji materiałów służących do ochrony i przewozu rozsady i owoców. Im większy import, tym większa szansa na przedostanie się wirusa do Polski. | | |
| Ocena prawdopodobieństwa wejścia | Niskie | <u>Średnie X</u> | Wysokie |
| Ocena niepewności | Niska | <u>Średnia X</u> | Wysoka |

| | |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Możliwa droga przenikania | Droga przenikania: owady – trzmiele, które mogą przenieść wirusa wraz z pyłkiem np. porażonych roślin ozdobnych. |
| Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania | Tobamowirusy w bardzo łatwy sposób przenoszą się przez owady zapylające wraz z pyłkiem pochodzącym z porażonych roślin. Istnieje ryzyko przeniesienia wirusa w sytuacji przedostania się owadów bytujących np. na kwiatach transportowanych i porażonych roślin. Jeśli w/w owady przedostaną się i trafią na obecne na terenie całej Polski uprawy podatnych gatunków roślin takich jak: pomidor, papryka, bakłażan lub na rośliny |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| | ozdobne (bieluń) oraz liczne w/w chwasty rosnące w bezpośrednim sąsiedztwie wymienianych powyżej upraw, mogą przenieść wirusa nie tylko na sąsiednie, ale także na bardziej oddalone lokalizacje. | | |
| 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? | - | | |
| Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania? | - | | |
| Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania? | Tak | | |
| Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko? | Tak | | |
| Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Tak | | |
| Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga? | Tak. Wirus poraża bieluń, który może być importowany do Polski m.in. z Niderlandów, gdzie stwierdzono występowanie ToBRFV. Im większy import, tym większa szansa na przedostanie się wirusa do Polski. | | |
| Ocena prawdopodobieństwa wejścia | <u>Niskie X</u> | Średnie | Wysokie |
| Ocena niepewności | <u>Niska X</u> | Średnia | Wysoka |

Poziom niepewności oceny wynika z poziomu danych na temat importu do Polski materiału nasiennego, rozmnożeniowego do upraw warzyw, samych warzyw i ich owoców lub roślin ozdobnych z terenu występowania ToBRFV (np. Francja, Niderlandy, Hiszpania, Grecja, Niemcy, Wielka Brytania).

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

Obecność roślin żywicielskich

ToBRFV tak jak i inne wirusy potrafi przetrwać w tkankach zainfekowanych roślin. Rośliny żywicielskie wirusa, w tym gatunki: uprawne (pomidor, papryka, bakłażan), ozdobne (bieluń) oraz chwasty (psianka czarna i komosa murowa) występują powszechnie na całym obszarze PRA, na polach na otwartym terenie oraz w przydomowych ogródkach. Zwiększone występowanie obserwuje się zwłaszcza w gospodarstwach produkcji towarowej zlokalizowanych głównie w województwach: mazowieckim, wielkopolskim, małopolskim, łódzkim i kujawsko-pomorskim. Ponadto na terenie całej Polski w warunkach zewnętrznych, w pobliżu upraw pod osłonami występuje także potencjalny wektor wirusa – trzmiel ziemny (*B. terrestris*).

Klimat

Warunki klimatyczne Polski w okresie wegetacyjnym sprzyjają występowaniu i rozwojowi infekcji wirusowej w warunkach polowych. Optymalną temperaturą do namnażania wirusów jest przedział od 18 do 25°C, przy czym mają one zdolność do przetrwania w temperaturze sięgającej nawet 80°C. Ponadto, warunki klimatyczne panujące w Polsce, sprzyjają także rozwojowi potencjalnego wektora owadziego ToBRFV (*B. terrestris*). W przypadku pojawienia się infekcji może dojść do masowego rozprzestrzenienia się wirusa pomiędzy roślinami na plantacji jak i w sąsiedztwie.

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

Poziom niepewności oceny wynika z poziomu danych na temat importu do Polski materiału nasiennego, rozmnożeniowego do upraw warzyw, samych warzyw i ich owoców lub roślin ozdobnych z terenu występowania ToBRFV (np. Francja, Niderlandy, Hiszpania, Grecja, Niemcy, Wielka Brytania).

10. Prawdopodobieństwo zasiedlenia w uprawach pod osłonami na obszarze PRA

Na całym obszarze PRA, a zwłaszcza na terenie gospodarstw produkcyjnych zlokalizowanych głównie w województwach: mazowieckim, wielkopolskim, małopolskim, łódzkim i kujawsko-pomorskim występują główne rośliny żywicielskie ToBRFV: pomidor i papryka. Ponadto na terenie całej Polski w warunkach zewnętrznych, w pobliżu upraw pod osłonami, a także na terenie tychże upraw występuje także potencjalny wektor wirusa – trzmiel ziemny (*B. terrestris*). Biorąc pod uwagę fakt, że pomidory uprawiane są w naszym kraju na bardzo szeroką skalę, trzeba założyć, że wirus może skutecznie zadomowić się na obszarze PRA

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

Poziom niepewności oceny wynika z poziomu danych na temat importu do Polski materiału nasiennego, rozmnożeniowego do upraw warzyw, samych warzyw i ich owoców lub roślin ozdobnych z terenu występowania ToBRFV (np. Francja, Niderlandy, Hiszpania, Grecja, Niemcy, Wielka Brytania).

11. Rozprzestrzenienie na obszarze PRA

Rozprzestrzenianie naturalne:

Wirus może być przenoszony z nasionami uzyskanymi z plantacji porażonych ToBRFV, z pyłkiem oraz przez trzmiel.

Rozprzestrzenienie z udziałem człowieka:

Wirus może rozprzestrzenić się wraz z transportem porażonych nasion bądź roślin, a także podczas przygotowywania rozsady z zainfekowanego materiału roślinnego. Wirus pojawił się w 2014 r.

w jednej wiosce w południowym Izraelu, a dwa lata później był już stwierdzany w regionach uprawy pomidorów na terenie całego kraju (Luria i wsp. 2017).

| | | | |
|----------------------------------------------------|-------|-------------------------|------------------------|
| 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

Wirus brunatnej wyboistości owoców pomidora (ToBRFV) powoduje obniżenie wigoru porażonych roślin. Wyniki badań wykazały, że patogen przełamuje odporność genu *Tm-2²* na inne gatunki tobamowirusów w komercyjnych odmianach pomidora i w dość krótkim okresie (2 lata) rozprzestrzenił się na całym obszarze uprawy pomidora w Izraelu (Luria i wsp., 2017).

Na odmianach podatnych pomidora wywołuje objawy na liściach w postaci chloroz, mozaiki, plamistości, a rzadziej zwężenia liści. Ponadto, powoduje obniżenie owocowania roślin. Zawiązane owoce porażonych roślin dojrzewają nieregularnie. Obecność żółtych lub brązowych plam oraz deformacje i pomarszczenie powierzchni owoców skutkuje tym, że nie nadają się one do sprzedaży. Podobne objawy porażen występują także na roślinach papryki. Obserwuje się mozaiki, deformację i żółknięcie liści, a ponadto deformację owoców oraz pojawianie się na nich żółtych i brązowych plam oraz zielonych pasków. Według opublikowanych danych w Izraelu porażone rośliny wytwarzały 10–15% owoców z objawami, a w Jordanii wirus miejscowo porażał prawie 100% roślin pomidora, powodując przede wszystkim objawy na owocach (https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_viruses/tomato_brown_rugose_fruit_virus).

12.01 Wpływ na bioróżnorodność

Wirus brązowej wyboistości owoców pomidora (ToBRFV) ma stosunkowo wąski zakres roślin żywicielskich obejmujący rośliny głównie z rodziny psiankowatych: zarówno uprawne jak i ozdobne oraz chwasty. Komosa murowa i komosa ryżowa (*Chenopodium murale* i *C. quinoa*), które są dość często spotykanymi roślinami w szczególności na siedliskach antropogenicznych, mogą stać się rezerwuarem wirusa. Jak dotychczas, notowano infekcje tych roślin jedynie w warunkach laboratoryjnych. Niemniej jednak rola nieuprawnych gatunków roślin - chwastów ma kluczowe znaczenie dla epidemiologii wirusów roślin (Duffus, 1971). Walka z chorobą polega głównie na eliminacji porażonych roślin i potencjalnych wektorów owadzi.

Jednak biorąc pod uwagę fakt, że zakres roślin porażanych przez ToBRFV w sposób naturalny jest wąski (pomidor i papryka), i dotyczy głównie roślin jednorocznych, należy założyć, że jego wpływ na bioróżnorodność będzie niewielki.

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------|--------|
| Ocena wielkości wpływu na bioróżnorodność na obecnym obszarze zasięgu | <u>Niska X</u> | Średnia | Wysoka |
| Ocena niepewności | <u>Niska X</u> | 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 | ToBRFV powoduje silne objawy chorobowe na owocach, przez co obniża plonowanie, a przede wszystkim wartość handlową zebranych plonów | Salem N i wsp., 2016; ocena ekspercka |
| Regulująca | Nie | | |
| Wspomagająca | Nie | | |
| Kulturowa | Tak | Wirus przyczynia się do powstawania plam, przebarwień, mozaiki na roślinach oraz brunatnych wyboistych nekroz na owocach, obniżając ich atrakcyjność bądź pozbawiając całkowicie walorów estetycznych. | Salem N i wsp., 2016; ocena ekspercka |

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

12.03 Wpływ socjoekonomiczny

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

13. Potencjalny wpływ na obszarze PRA

13.01 Potencjalny wpływ na bioróżnorodność na obszarze PRA

Potencjalny wpływ na bioróżnorodność na obszarze PRA będzie taki sam, jaki jest na obecnym obszarze zasięgu.

Dziko rosnące chwasty to efemerofity, które zostały zawleczone i lokalnie bądź przejściowo mogą występować na terenie PRA. Ze względu na fakt, że zakres roślin porażanych przez ToBRFV w naturalnym środowisku na obszarze PRA jest wąski, można założyć, że jego wpływ na bioróżnorodność będzie niewielki.

Jeśli Nie

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

13.02 Potencjalny wpływ na usługi ekosystemowe na obszarze PRA

Potencjalny wpływ na usługi ekosystemowe będzie taki sam jaki jest na obecnym obszarze zasięgu.

Jeśli Nie

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

13.03 Potencjalny wpływ socjoekonomiczny na obszarze PRA

Potencjalny wpływ socjoekonomiczny będzie taki sam jaki jest na obecnym obszarze zasięgu.

Jeśli Nie

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

14. Identyfikacja zagrożonego obszaru

Rośliny żywicielskie ToBRFV, w tym gatunki: uprawne (pomidor, papryka, bakłażan), ozdobne (bieluń) oraz chwasty (psianka czarna i komosa murowa) występują powszechnie na całym obszarze PRA, na polach na otwartym terenie oraz w przydomowych ogródkach. Zwiększone występowanie roślin hodowanych pod osłonami obserwuje się zwłaszcza w gospodarstwach produkcji towarowej zlokalizowanych głównie w województwach: mazowieckim, wielkopolskim, małopolskim, łódzkim i kujawsko-pomorskim (<https://www.kowr.gov.pl/uploads/rynek-warzyw-w-polsce-2015.pdf>).

15. Zmiana klimatu

Każdy ze scenariuszy zmian klimatu (Załącznik 1) zakłada wzrost temperatury w stosunku do wartości z okresu referencyjnego 1986–2015. Najbardziej optymistyczny scenariusz RCP 2.6 prognozuje zmiany o około 1,3°C w perspektywie każdej pory roku. Według optymistycznego RCP 4.5 nastąpi ocieplenie o 1,6/1,7°C w przedziale 2036–2065 i o około 2,3°C dla lat 2071–2100 w okresach zimowym oraz letnim. Natomiast realny scenariusz RCP 6.0 zakłada wzrost temperatury latem (marzec-sierpień) oraz zimą (wrzesień-luty) o 1,7°C dla 2036–2065 i 2,7°C dla 2071–2100. Pesymistyczna, ale prawdopodobna prognoza – RCP 8.5, spowoduje podwyższenie temperatury w okresie zimowym o około 2,3°C w latach 2036–2065 i o około 4,3°C dla 2071–2100. W porze letniej wzrost ten będzie zbliżony.

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

Zakładane zmiany klimatu wiążące się przede wszystkim ze wzrostem temperatur, w tym w okresie jesienno-zimowym, będą sprzyjały jeszcze większemu rozprzestrzenianiu się ToBRFV. Obecnie zimą temperatury są znacznie wyższe, w porównaniu do lat poprzednich, co powoduje, że pomidor pod osłonami uprawiany jest na obszarze PRA przez cały rok. Nie ma przerwy w okresie zimowym, kiedy to niskie temperatury i krótki dzień ograniczały bądź skracaly sezon wegetacyjny roślin. Wyższe temperatury zimą powodują, że przy stosunkowo niewielkich nakładach na opał pomidor jest uprawiany przez 12 miesięcy. Takie działania spowodowały jednocześnie skrócenie okresu na właściwe wyczyszczenie i odkażenie szklarni, podłoża, stołów czy powierzchni użytkowych, co z kolei sprzyja nagromadzeniu się danego agrofaga w obiekcie szklarniowym.

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 |
| Na skutek globalnego ocieplenia drogi przenikania na obszarze PRA nie powinny ulec zmianie. | Ocena ekspercka |
| Czy prawdopodobieństwo zasiedlenia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę prawdopodobieństwa i niepewności) | Źródła |
| Nie. Do zasiedlenia w obszarze PRA może dojść bez względu na przewidywane zmiany klimatyczne. | Ocena ekspercka |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Czy wielkość rozprzestrzenienia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wielkości rozprzestrzenienia i niepewności) | Źródła |
| Tak. Ocieplenie klimatu może spowodować zwiększenie areału uprawy pomidorów, papryki czy roślin ozdobnych, co może przyczynić się do większego rozprzestrzeniania się wirusa na obszarze PRA | 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

Obecność ToBRFV została potwierdzona w kilku krajach Europy, m.in. w tych, w których pomidory uprawiane są na dużą skalę i z których są sprowadzane do Polski, jako nasiona, rozsada czy owoce. Dlatego też istnieje duże prawdopodobieństwo sprowadzenia wirusa do Polski (dotychczas potwierdzono jeden przypadek). Dotychczas opisywane gatunki roślin, które są przez ToBRFV porażane to głównie rośliny z rodzaju psiankowatych, przede wszystkim pomidory, co oznacza, że zakres roślin żywicielskich jest raczej wąski. Przedostanie się wirusa na obszar PRA może przyczynić się do znaczącego pogorszenia jakości plonów, szczególnie pomidorów, papryki i roślin ozdobnych.

Etap 3. Zarządzanie ryzykiem zagrożenia agrofagiem

17. Środki fitosanitarne

17.01 Środki zarządzania eradykacją, powstrzymywaniem i kontrolą

| Etap oceny zagrożenia: | | | Przeniknięcie | Zadomowienie | Rozprzestrzenienie | Wpływ |
|------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Środki kontroli | | | | | | |
| 1.01 | Uprawa roślin w izolacji | Opis możliwych warunków wykluczających, które mogłyby zostać wdrożone w celu odizolowania uprawy od szkodników i, w stosownych przypadkach, odpowiednich wektorów. Np. specjalna konstrukcja, taka jak szklarnie szklane lub plastikowe. | x | x | x | Zachowanie izolacji przestrzennej ogranicza rozprzestrzenianie się wirusa, a tym samym negatywny wpływ na jakość i ilość plonów. |
| 1.02 | Czas sadzenia i zbiorów | Celem jest wytworzenie fenologicznej niezgodności w interakcji szkodnik/uprawa poprzez oddziaływanie lub korzystanie z określonych czynników uprawowych, takich jak: odmiany, warunki klimatyczne, czas siewu lub sadzenia oraz poziom dojrzałości/wieku roślin, sezonowy czas sadzenia i zbioru. | - | - | - | - |
| 1.03 | Obróbka chemiczna upraw, w tym materiału rozmnożeniowego | | - | - | - | - |

| | | | | | | |
|------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.04 | Obróbka chemiczna przesyłek lub podczas przetwarzania | Stosowanie związków chemicznych, które mogą być użyte do roślin lub produktów roślinnych po zbiorach, podczas przetwarzania lub pakowania i przechowywania. Środki, o których mowa, są następujące: a) fumigacja; b) pestycydy do opryskiwania/namaczania; c) środki do dezynfekcji powierzchni; d) dodatki do procesu; e) związki ochronne | - | - | - | - |
| 1.05 | Czyszczenie i dezynfekcja urządzeń, narzędzi i maszyn | Fizyczne i chemiczne czyszczenie oraz dezynfekcja obiektów, narzędzi, maszyn, środków transportu, urządzeń i innych akcesoriów (np. skrzynek, garnków, palet, wsporników, narzędzi ręcznych). Środki mające tutaj zastosowanie to: mycie, zamiatanie i fumigacja. Należy dezynfekować narzędzia, materiał rozmnożeniowy i sprzęt za pomocą zarejestrowanych preparatów m.in. na bazie podchlorynu. Mycie i dezynfekcja całej szklarni oraz wymiana podłoża lub jego dezynfekcja podczas zmiany uprawy. Wirusy z rodziny Tobamowirusów, wraz z ToBRFV, mogą przetrwać długi czas, zarówno w materiale organicznym jak nieorganicznym. | x | x | x | Wirus bardzo łatwo przenosi się mechanicznie wraz z sokiem z porażonych roślin. Utrzymanie podwyższonego reżimu sanitarnego może ograniczyć możliwość przedostania się pierwotnego źródła infekcji oraz ograniczyć zadomowienia i dalsze rozprzestrzenianie się infekcji. Właściwa dezynfekcja ogranicza również rozprzestrzenianie się wirusa pomiędzy sąsiadującymi uprawami. |

| | | | | | | |
|------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.06 | Zabiegi na glebę | Kontrola organizmów glebowych za pomocą wymienionych poniżej metod chemicznych i fizycznych: a) Fumigacja; b) Ogrzewanie; c) Solaryzacja; d) Zalewanie; e) Wałowanie/ugniatanie gleby; f) Biologiczna kontrola augmentacyjna; g) Biofumigacja. | - | - | - | - |
| 1.07 | Korzystanie z niezanieczyszczonej wody | Chemiczne i fizyczne uzdatnianie wody w celu wyeliminowania mikroorganizmów przenoszonych przez wodę. Środki, o których to: obróbka chemiczna (np. chlor, dwutlenek chloru, ozon); obróbka fizyczna (np. filtry membranowe, promieniowanie ultrafioletowe, ciepło); obróbka ekologiczna (np. powolna filtracja piaskowa). | - | x | x | Uzdatnianie wody zmniejsza ryzyko zdomowienia i dalszego rozprzestrzeniania się wirusa w momencie pojawienia się pierwotnego źródła infekcji. |
| 1.08 | Obróbka fizyczna przesyłek lub podczas przetwarzania | Dotyczy następujących kategorii obróbki fizycznej: napromieniowanie/ionizacja; czyszczenie mechaniczne (szczotkowanie, mycie); sortowanie i klasyfikowanie oraz usuwanie części roślin (np. korowanie drewna). Środki te nie obejmują: obróbki na ciepło i zimno (pkt. 1.14); szarpania i przycinania (pkt. 1.12). | - | - | - | - |
| 1.09 | Kontrolowana atmosfera | Obróbka roślin poprzez magazynowanie w atmosferze modyfikowanej (w tym modyfikowanej wilgotności, O ₂ , CO ₂ , temperatury, ciśnienia). | - | - | - | - |
| 1.10 | Gospodarka odpadami | Przetwarzanie odpadów (głębokie zakopywanie, kompostowanie, spalanie, rozdrabnianie, produkcja bioenergii ...) w autoryzowanych obiektach oraz urzędowe ograniczenie przemieszczania odpadów. | x | x | x | Odpowiednia gospodarka odpadami pozwala usunąć potencjalne pierwotne źródła infekcji oraz ograniczyć rozprzestrzenianie się infekcji. |

| | | | | | | |
|------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.11 | Stosowanie odpornych i tolerancyjnych gatunków/odmian roślin | Rośliny odporne stosuje się w celu ograniczenia wzrostu i rozwoju określonego szkodnika i/lub szkód, które powodują w porównaniu z odmianami roślin wrażliwych w podobnych warunkach środowiskowych i pod presją szkodników. Ważne jest, aby odróżnić rośliny odporne od tolerancyjnych gatunków/odmian. | - | - | - | Jak dotychczas nie są znane odmiany odporne na patogena, ponadto wirus przełamuje gen odporności <i>Tm2²</i> na inne tobamowirusy w komercyjnych odmianach pomidora. |
| 1.12 | Cięcie i Przcinięcie | Cięcie definiuje się jako usuwanie porażonych roślin i/lub nie porażonych roślin żywicielskich na wyznaczonym obszarze, natomiast przycinanie definiuje się jako usuwanie tylko porażonych części roślin bez wpływu na żywotność rośliny. | - | x | x | Usuwanie porażonych roślin zapobiega zadomowieniu się i rozprzestrzenieniu wirusa. |
| 1.13 | Płodozmian, łączenie i zagęszczenie upraw, zwalczanie chwastów/samosiewów | Płodozmian, łączenie i zagęszczenie upraw, zwalczanie chwastów/samosiewów są stosowane w celu zapobiegania problemom związanym ze szkodnikami i są zazwyczaj stosowane w różnych kombinacjach, aby uczynić siedlisko mniej korzystnym dla szkodników. Środki te dotyczą (1) przydziału upraw do pól (w czasie i przestrzeni) (uprawy wielogatunkowe, uprawy zróżnicowane) oraz (2) zwalczania chwastów i samosiewów jako żywicieli szkodników/wektorów. | - | - | - | - |
| 1.14 | Obróbka cieplna i zimna | Zabiegi w kontrolowanej temperaturze mające na celu zabicie lub unieszkodliwienie szkodników bez powodowania jakiegokolwiek niedopuszczalnego uszczerbku dla samego poddanego obróbce materiału. Środki, o których mowa to: autoklawowanie; para wodna; gorąca woda; gorące powietrze; obróbka w niskiej temperaturze. | - | - | - | - |
| 1.15 | Warunki transportu | Szczególne wymogi dotyczące sposobu i czasu transportu towarów w celu zapobieżenia ucieczce szkodników i/lub skażenia. a) Fizyczna ochrona przesyłki; b) Czas trwania transportu. | - | - | x | Szczególne ważne elementy podczas transportu jest używanie |

| | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | | | <p>jednorazowych opakowań do przechowywania owoców. Używanie tych samych pojemników, np. pomiędzy różnymi gospodarstwami może doprowadzić do rozprzestrzeniania się wirusa pomiędzy gospodarstwami. W ten sposób wirus może przemieszczać się również pomiędzy krajami.</p> |
| 1.16 | Kontrola biologiczna i manipulacje behawioralne | <p>Inne techniki zwalczania szkodników nieobjęte w pkt 1.03 i 1.13:</p> <p>a) Kontrola biologiczna;</p> <p>b) Technika SIT (Sterile Insect Technique);</p> <p>c) Zakłócenie rozrodczości;</p> <p>d) Pułapki.</p> | - | - | - | - |
| 1.17 | Kwarantanna po wejściu i inne ograniczenia dotyczące przemieszczania się w kraju importującym | <p>Obejmuje kwarantannę po wejściu (PEQ) odpowiednich towarów; ograniczenia czasowe, przestrzenne i dotyczące końcowego wykorzystania w państwie importującym odpowiednich towarów; zakaz przywozu odpowiednich towarów do państwa rodzimego.</p> <p>Odpowiednie towary to rośliny, części roślin i inne materiały, które mogą być nosicielami szkodników, w postaci zarażenia, porażenia lub zakażenia.</p> | - | - | - | - |
| Środki pomocnicze | | | | | | |

| | | | | | | |
|------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.01 | Kontrola i odławianie | Kontrolę definiuje się jako urzędowe wizualne badanie roślin, produktów roślinnych lub innych regulowanych artykułów w celu stwierdzenia obecności szkodników lub stwierdzenia zgodności z przepisami fitosanitarnymi (ISPM 5). Skuteczność pobierania próbek i późniejszej inspekcji w celu wykrycia szkodników może zostać zwiększona poprzez włączenie technik odłowu i wabienia. | x | x | x | Kontrola wizualna umożliwia identyfikację potencjalnych źródeł infekcji i zapobiega ich wprowadzeniu do upraw, zdomowieniu i rozprzestrzenieniu się. |
| 2.02 | Testy laboratoryjne | Badanie, inne niż wizualne, w celu ustalenia, czy istnieją szkodniki, przy użyciu urzędowych protokołów diagnostycznych. Protokoły diagnostyczne opisują minimalne wymogi dotyczące wiarygodnej diagnozy organizmów szkodliwych podlegających regulacjom prawnym. | | | | Działania prewencyjne wymagają szybkich i specyficznych testów diagnostycznych. Dotychczas opracowano testy: Indirect-ELISA, RT-PCR, Real-Time RT-PCR Taq-Man, RT-LAMP. |
| 2.03 | Pobieranie próbek | Zgodnie z normą ISPM 31 kontrola całych przesyłek jest zazwyczaj niewykonalna, dlatego też kontrolę fitosanitarną przeprowadza się głównie na próbkach uzyskanych z danej przesyłki. Należy zauważyć, że koncepcje pobierania próbek przedstawione w tym standardzie mogą mieć zastosowanie również do innych procedur fitosanitarnych, zwłaszcza doboru jednostek do badań. Do celów kontroli, testowania i/lub nadzoru próbka może być pobierana zgodnie z statystycznymi lub niestatystycznymi metodologiami pobierania próbek. | | | | |

| | | | | | | |
|------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.04 | Świadectwa fitosanitarne i paszport roślin | Oficjalny dokument papierowy lub jego elektroniczny odpowiednik, zgodny ze wzorem świadectwa IPPC, potwierdzający, że przesyłka spełnia fitosanitarne wymogi przywozowe (ISPM 5): a) świadectwo fitosanitarne (przywóz); b) paszport roślin (handel wewnętrzny UE). | x | x | x | Ogranicza wprowadzenie zainfekowanego materiału na obszar PRA. |
| 2.05 | Certyfikowane i zatwierdzone pomieszczenia | Obowiązkowa/dobrowolna certyfikacja/zatwierdzenie pomieszczeń jest procesem obejmującym zbiór procedur i działań wdrażanych przez producentów, podmioty zajmujące się kondycjonowaniem i handlowców przyczyniających się do zapewnienia zgodności fitosanitarnej przesyłek. Może być częścią większego systemu utrzymywanego przez NPPO w celu zagwarantowania spełnienia wymogów fitosanitarnych roślin i produktów roślinnych przeznaczonych do handlu. Kluczową właściwością certyfikowanych lub zatwierdzonych pomieszczeń jest możliwość śledzenia działań i zadań (oraz ich składników) związanych z realizowanym celem fitosanitarnym. Identyfikowalność ma na celu zapewnienie dostępu do wszystkich wiarygodnych informacji, które mogą pomóc w udowodnieniu zgodności przesyłek z wymogami fitosanitarnymi krajów importujących. | - | - | - | - |
| 2.06 | Certyfikacja materiału rozmnożeniowego (dobrowolna /oficjalna) | | x | x | x | Taka certyfikacja pozwoli na zmniejszenie ryzyka wprowadzenia zainfekowanego materiału rozmnożeniowego na obszarze PRA. |

| | | | | | | |
|------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.07 | Wyznaczanie stref buforowych | Norma ISPM 5 definiuje strefę buforową jako "obszar otaczający lub przylegający do obszaru urzędowo wyznaczonego do celów fitosanitarnych, w celu zminimalizowania prawdopodobieństwa rozprzestrzenienia się szkodnika docelowego na wyznaczony obszar lub z niego, oraz podlegający środkom fitosanitarnym lub innym środkom zwalczania, jeśli właściwe" (norma ISPM 5). Celem wytyczenia strefy buforowej może być zapobieganie rozprzestrzenianiu się z obszaru występowania szkodników oraz utrzymanie miejsca produkcji wolnego od szkodników (PFPP), miejsca (PFPS) lub obszaru (PFA). | | | | |
| 2.08 | Monitoring | | x | x | x | Monitoring upraw pod kątem obecności patogenów umożliwia eliminację potencjalnych źródeł infekcji, a zatem zapobiega rozprzestrzenieniu się wirusa. |

17.02 Wymienić potencjalne środki dla odpowiednich dróg przenikania.

| Możliwe drogi przenikania (w kolejności od najważniejszej) | Możliwe środki |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Nasiona | 1.01; 1.03; 1.05; 1.07; 1.10;1.12; 2.01; 2.02; 2.04; 2.08 |
| Rozsada | 1.01; 1.03; 1.05; 1.07; 1.10; 2.01; 2.02; 2.04; 2.08 |
| Owoce | 1.01; 1.03; 1.07; 1.10; 2.01; 2.02; 2.04; 2.08 |
| Rośliny ozdobne | 1.01; 1.03; 1.05; 1.07; 1.10;1.12; 2.01; 2.02; 2.04; 2.08 |
| Opakowania/Owady zapylające- trzmiel ziemny | 1.03 |

18. Niepewność

Niepewność wynika z braku szczegółowych badań nad występowaniem wirusa na terenie Polski. Dodatkowo, poziom danych na temat skali importu materiału roślinnego (nasiona, rozsada, owoce, sadzonki roślin ozdobnych) z terenów występowania patogenu, mają wpływ na wykonanie prawidłowej oceny ryzyka.

19. Uwagi

Brak.

20. Źródła

Alkowni R, Alabdallah O, Fadda Z. 2019. Molecular identification of Tomato brown rugose fruit virus in tomato in Palestine. *J Plant Pathol* 101:719–723. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00240-7>.

Amer MA, Mahmoud SY. 2020. First report of Tomato brown rugose fruit virus on tomato in Egypt. *New Disease Reports* 41, 24. <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2020.041.024>

Beris D, Malandraki I, Kektsidou O, Theologidis I, Vassilakos N, Varveri C. 2020. First report of Tomato brown rugose fruit virus infecting tomato in Greece. *Plant Dis* 104: PDIS-01-20-0212-PDN. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-20-0212-PDN>.

Cambrón-Crisantos JM, Rodríguez-Mendoza J, Valencia-Luna JB, Alcasio-Rangel S, García-Ávila CJ, López-Buenfil JA, Ochoa-Martínez DL. 2018. First report of Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) in Michoacan, Mexico. *Rev Mex Fitopatol* 37:185–192. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1810-5>.

Camacho-Beltran E, Perez-Villarreal A, Rodríguez-Negrete EA, Cenicerros-Ojeda E, Leyva-López NE, Mendez-Lozano J. 2019. Occurrence of Tomato brown rugose fruit virus infecting tomato crops in Mexico. *Plant Dis* 103:1440–1440. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-1974-PDN>.

Chanda B, Rivera Y, Nunziata SO, Galvez ME, Gilliard A, Ling KS. 2020. Complete Genome Sequence of a Tomato Brown Rugose Fruit Virus Isolated in the United States. *Microbiol Resour Announc*. 2020 Jul 16;9(29): e00630-20. doi: 10.1128/MRA.00630-20. PMID: 32675187

Duffus JE, 1971. Role of weeds in the incidence of virus diseases. *Annual Review of Phytopathology* 9: 319–40.

Fidan H, Sarikaya P, Calis O. 2019. First report of Tomato brown rugose fruit virus on tomato in Turkey. *New Dis Rep* 39:18. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2019.039.018>.

Levitzky N, Smith E, Lachman O, Luria N, Mizrahi Y, Bakelman H, Sela N, Laskar O, Milrot E, Dombrovsky A., 2019. The bumblebee *Bombus terrestris* carries a primary inoculum of Tomato brown rugose fruit virus contributing to disease spread in tomatoes. *PLoS One*. 2019 Jan 17;14(1): e0210871. doi: 10.1371/journal.pone.0210871. eCollection 2019. PMID: 30653593

Ling K-S, Tian T, Gurung S, Salati R, Gilliard AC. 2019. First report of Tomato brown rugose fruit virus infecting greenhouse tomato in the United States. *Plant Dis* 103:1439. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-1959-PDN>

Luria N, Smith E, Reingold V, Bekelman I, Lapidot M, Levin I. et al. 2017. A new Israeli tobamovirus isolate infects tomato plants harboring Tm-22 resistance gene. *PLoS One* 12 (1):e0170429. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170429> PMID: 28107419

Menzel W, Knierim D, Winter S, Hamacher J, Heupel M. 2019. First report of *Tomato brown rugose fruit virus* infecting tomato in Germany. *New Dis. Rep.* 39:1. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2019.039.001>

Panno S., Caruso A.G., Davino S. 2019. First Report of Tomato Brown Rugose Fruit Virus on Tomato Crops in Italy. *Plant Disease* 103(6)<https://doi.org/10.1094/PDIS-12-18-2254-PDN>

Panno S, Ruiz-Ruiz S, Caruso AG, Alfaro-Fernandez A, Font San Ambrosio MI, Davino S. 2019. Real-time reverse transcription polymerase chain reaction development for rapid detection of Tomato brown rugose fruit virus and comparison with other techniques. *Peer J*. Oct 17;7: e7928. doi: 10.7717/peerj.7928. eCollection 2019. PMID: 31637144

Salem N, Mansour A, Ciuffo M, Falk BW, Turina M. 2016. A new tobamovirus infecting tomato crops in Jordan. *Arch. Virol.* 161(2):503-506. <https://doi.org/10.1007/s00705-015-2677-7>

Salem NM, Cao MJ, Odeh S, Turina M, Tahzima R. 2020. First report of tobacco mild green mosaic virus and tomato brown rugose fruit virus infecting *Capsicum annuum* in Jordan. *Plant Disease* 104(2), 601. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-19-1189-PDN>

Sarkes A, Fu H, Feindel D, Harding M, Feng J. 2020. Development and evaluation of a loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay for the detection of Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV). *PLoS One*. 2020 Jun 24;15(6): e0230403. doi: 10.1371/journal.pone.0230403. eCollection 2020. PMID: 32579552

Skelton A, Buxton-Kirk A, Ward R, Harju V, Frew L, Fowkes A, Long M, Negus A, Forde S, Adams IP, Pufal H, McGreig S, Weekes R, Fox A. 2019. First report of Tomato brown rugose fruit virus in tomato in the United Kingdom. *New Dis Rep* 40:12. <https://doi.org/10.5197/j.20440588.2019.040.012>.

Yan Z, Ma H, Han S, Geng C, Tian Y, Li X. 2019. First report of Tomato brown rugose fruit virus infecting tomato in China. *Plant Dis* 103: 2973–2973. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-19-1045-PDN>.

NPPO of Cyprus <https://www.hortidaily.com/article/9245185/first-report-of-tomato-brown-rugose-fruit-virus-in-cyprus/>

NPPO of France <https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV/distribution/FR>
Alim'agri (2020-02-18) Virus ToBRFV : le ministère confirme la contamination de tomates en serre dans le Finistère. <https://agriculture.gouv.fr/virus-tobrfv-le-ministere-confirme-la-contamination-de-tomates-en-serre-dans-le-finistere>

NPPO of Spain, <https://gd.eppo.int/reporting/article-6668>

NPPO of the Netherlands (2019-10) Official suspicion of Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) in *Solanum lycopersicum* at one professional fruit production company in municipality Westland. <https://english.nvwa.nl/topics/pest-reporting/contents/pest-reports>

NPPO of Poland <https://www.hortidaily.com/article/9230557/tobrfv-found-in-poland-three-new-outbreaks-reported-in-the-uk/>

https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_viruses/tomato_brown_rugose_fruit_virus

Seed extract qPCR assay (SE-qPCR)
https://www.worldseed.org/wpcontent/uploads/2019/09/Tomato-ToBRFV_2019.09.pdf

<https://www.kowr.gov.pl/uploads/rynek-warzyw-w-polsce-2015.pdf>

<http://www.tbop.org.pl/programy/ochrona/trzmiele/trzmiele.html>

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: 5,00% | 9,60 | 10,18 | 19,31 | 19,89 |
| 95,00% | 8,53 | 9,03 | 18,00 | 18,30 |
| | 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: 5,00% | 9,54 | 10,58 | 19,24 | 20,56 |
| | 8,73 | 9,27 | 18,06 | 18,78 |

| | 10,51 | 12,00 | 20,61 | 22,86 |
|------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| <i>95,00%</i> | 2036-2065 | 2071-2100 | 2036-2065 VI- | 2071-2100 VI- |
| RCP 8.5 | III-V | III-V | VIII | 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 |
| <i>5,00%</i> | 8,56 | 10,14 | 18,48 | 19,90 |
| <i>95,00%</i> | 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.

| | 2036-2065 IX- | 2071-2100 IX- | 2036-2065 | 2071-2100 |
|----------------|----------------------|----------------------|------------------|------------------|
| RCP 2.6 | XI | XI | XII-II | 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 |