

<b>Podsumowanie</b> Analizy Zagrożenia Agrofagiem (Ekspres PRA) dla <i>Tilletia indica</i>						
<b>Obszar PRA:</b> Rzeczpospolita Polska						
<b>Opis obszaru zagrożenia:</b> Obszar całego kraju						
<p>Główne wnioski</p> <p>Prawdopodobieństwo wniknięcia <i>T. indica</i> na teren PRA jest ściśle związane z importem zakażonego ziarna. Istnieje ryzyko zadomowienia się patogenu na obszarze PRA i wywoływania szkód w produkcji rolnej. W przypadku sprowadzania z miejsc, gdzie występuje choroba konieczne jest prowadzenie działań fitosanitarnych jak kontrola materiału nasiennego lub ziarna przeznaczonego na inne cele. Wskazane jest także zaniechanie importu w przypadku epidemii na nowym terenie lub z rejonów o silnym natężeniu infekcji. Sprowadzanie ziarna produkowanego poza obszarem występowania <i>T. indica</i> nie wymaga podejmowania specjalnych zabiegów fitosanitarnych. Wszelkie sygnały o obecności agrofaga powinny zostać poddane wnikliwej analizie, a zakażone rośliny lub materiał zniszczone. Ze względu na duże zdolności teliospor do przetrwania w niekorzystnych warunkach zwalczanie chemiczne lub płodozmian mogą okazać się nieskuteczne.</p>						
<b>Ryzyko fitosanitarne dla zagrożonego obszaru</b> <i>(indywidualna ranga prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście dokumentu)</i>	Wysokie	<input type="checkbox"/>	<b>Średnie</b>	<b>X</b>	Niskie	<input type="checkbox"/>
<b>Poziom niepewności oceny:</b> <i>(uzasadnienie rangi w punkcie 18. Indywidualne rangi niepewności dla prawdopodobieństwa wejścia, zadomowienia, rozprzestrzenienia oraz wpływu w tekście)</i>	Wysoka	<input type="checkbox"/>	Średnia	<input type="checkbox"/>	<b>Niska</b>	<b>X</b>
<b>Inne rekomendacje:</b>						

## **Ekspresowa Analiza Zagrożenia Agrofagiem: *Tilletia indica***

**Przygotowana przez:** dr Katarzyna Pieczul, prof. dr hab. Marek Korbas, mgr Jakub Danielewicz, dr Katarzyna Sadowska, mgr Michał Czyż, mgr Magdalena Gawlak, lic. Agata Olejniczak, dr Tomasz Kałuski;

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

**Data:** 10.08.2017

### **Etap 1 Wstęp**

**Powód wykonania PRA:** *Tilletia indica* jest patogenem porażającym pszenicę i pszenżyto oraz potencjalnie niektóre z gatunków traw dziko rosnących. Patogen stwarza realne zagrożenie dla upraw zbóż na obszarze PRA. W Polsce oraz UE obecność agrofaga w środowisku rolniczym nie została dotychczas potwierdzona. *T. indica* powszechnie występuje na obszarze Indii oraz państw graniczących. Poza w/w obszarem obecność choroby odnotowana została m.in. w USA, Meksyku, Brazylii i RPA. Patogen najczęściej rozprzestrzeniany jest poprzez ziarno zakażone teliosporami, trwałymi, grubościennymi zarodnikami. Bezpośrednio za zakażenie roślin odpowiedzialne są sporidia wytwarzane na podstawie wyrastającej z teliospor. Chemiczne zwalczanie *T. indica* jest trudne, a inokulum patogenu może pozostawać w glebie przez kilka lat od momentu wprowadzenia. Przedostanie się grzyba z miejsc jego endemicznego występowania na inne kontynenty oraz warunki klimatyczne na terenie kraju wskazują na realną możliwość przeniesienia *T. indica* na obszar Polski.

**Obszar PRA:** Rzeczpospolita Polska

### **Etap 2 Ocena zagrożenia agrofagiem**

#### 1. Taksonomia

Królestwo: Fungi

Typ: Basidiomycota

Podtyp: Ustilaginomycotina

Klasa: Exobasidiomycetes

Rząd: Tilletiales

Rodzina: Tilletiaceae

Rodzaj: *Tilletia*

Gatunek: *Tilletia indica* Mitra

Synonim: *Neovossia indica* (Mitra) Mundk

Nazwa powszechna: śnieć indyjska

Pozostałe nazwy powszechnie: Karnal or partial bunt of wheat (English), Carie de Karnal (French), Indischer Weizenbrand (German)

#### 2. Informacje ogólne o agrofagu

##### **Opis agrofaga i cykl rozwojowy**

Śnieć indyjska jest potencjalnie groźną chorobą zbóż. Ziarno zanieczyszczone przez *Tilletia indica* nie jest toksyczne dla ludzi, posiada jednak odrażający zapach (za który odpowiada trójmetylamina) wykluczający jego konsumpcyjne zastosowanie (Bonde i wsp. 1997; Borgen 2004). Może powodować zmniejszenie plonów. Patogen rozprzestrzenia się głównie poprzez zakażone

teliosporami ziarno (Krishna i Singh 1983). Teliospory otoczone są grubą ścianą komórkową, co gwarantuje im przetrwanie w ziemi, nawet do 5 lat od momentu wprowadzenia, oraz wysoką odporność na niekorzystne warunki atmosferyczne (Bonde i wsp. 2003).

Cykl rozwojowy patogenu jest skomplikowany (ryc. 1). Teliospory w trakcie zbioru lub siewu zakażonego ziarna dostają się na powierzchnię gleby, gdzie w sprzyjających warunkach kiełkują, najlepiej robią to teliospory kilkumiesięczne (Babadoost i wsp. 2004; Smilanick i wsp. 1985). W skutecznej infekcji roślin kluczową rolę odgrywają warunki pogodowe. Optymalna temperatura do kiełkowania wynosi 10-25°C, przy wilgotności gleby 5-40% (Aujla i wsp. 1990; Jhorar i wsp. 1992; Krishna i Singh 1983; Goates 1988), co często skorelowane jest z terminem kwitnienia zbóż. Niekorzystna jest natomiast sucha, słoneczna pogoda połączona z wyższą temperaturą – wiąże się to z wrażliwością sporidiów na w/w czynniki (Goates 1988; Kumar i wsp. 2003).

Z teliospory wyrasta jednokomórkowe promycelium (podstawka) będące miejscem powstawania pierwotnych sporidiów (zarodników podstawkowych) sierpowatego kształtu (Krishna i Singh 1983). Zarodniki te są przenoszone przez wiatr na rośliny żywicielskie (cała roślina), gdzie wykształcane są wtórne sporidia ponownie przenoszone, przez wiatr lub rozpryski wody deszczowej, na kłosa i kwiaty zbóż (Dhaliwal i Singh 1989). W infekcji zbóż uczestniczą zarówno pierwotne jak i wtórne zarodniki (Dhaliwal i Singh 1989; Krishna i Singh 1983; Bains i Dhaliwal 1988). Teliospory znajdujące się pod powierzchnią gleby nie odgrywają znaczenia w rozprzestrzenianiu choroby, gdyż powstające tam sporidia nie mogą zostać przeniesione na roślinę żywicielską. Strzępki patogenu rozrastają się pomiędzy komórkami formującego się ziarniaka poprzez plewki i plewę, stopniowo wypełniając jego zawartość. W końcowej fazie cały ziarniak wypełniony jest masą brązowo-brunatnych teliospor (Goates 1988).

### **Rośliny żywicielskie**

Głównym gospodarzem *T. indica* jest pszenica - *Triticum aestivum*, *Triticum durum*, pszenżyto *Triticum aestivum* x *Secale cereale*. Potencjalnie mogą to być też niektóre gatunki traw dziko rosnących (Sansford i wsp. 2008), które zostały opisane na podstawie testów szklarniowych. Informacje te nie znalazły jednak potwierdzenia w obserwacjach polowych (Farr i wsp. 2017; Inman i wsp. 2003).

### **Symptomy**

Typowe objawy śnieci indyjskiej widoczne stają się dopiero w trakcie kłoszenia zbóż. Porażone rośliny są niższe, a ich kłosa krótsze. Infekcji zazwyczaj ulega tylko część z ziarniaków. Z tych zainfekowanych nie otrzymuje się ziarna, są one wypełnione 1-3 mm sorusami zawierającymi masę brązowo-brunatnych, pylistych teliospor. Zmienione chorobowo ziarno ma nieprzyjemny zapach psujących się ryb (Duran i Fischer 1961). Największe rozprzestrzenienie patogenu i stopień porażenia obserwowane są w łagodnych warunkach pogodowych.

### **Wykrywanie i identyfikacja**

Identyfikacja patogenu jest możliwa na podstawie symptomów chorobowych na ziarniakach, morfologii teliospor, strzępek oraz badań genetycznych DNA (Aujla i wsp. 1989). Ze względu na podobieństwo teliospor *T. indica* do innych gatunków z rodzaju *Tilletia*, badania takie wymagają prowadzenia przez odpowiednio przygotowane osoby. W Azji oraz USA występują podobne morfologicznie patogeny: *T. walkeri*, *T. ehrhartae* i *T. horrida* (Pascoe i wsp. 2005; Castlebury i Carris 1999; Castlebury 1998; Levy i wsp. 2001). W Polsce obecne są inne gatunki z rodzaju *Tilletia*, wywołujące śnieć cuchnącą, gładką i karłowatą pszenicy (*T. caries*, *T. laevis* i *T. controversa*). Posiadają jednak teliospory różniące się morfologicznie od *T. indica*.

Teliospory *T. indica* są kuliste, o średnicy 22-47 µm, (średnio 35-41 µm) początkowo koloru czerwono-brązowego do ciemnobrązowego. Dojrzałe są prawie czarne, nieprzezroczyste. Ich powierzchnię gęsto pokrywają ostre, kręte wyrostki, sporadycznie o zakrzywionych końcówkach i wysokości 1,5-5,0 µm oraz cienka przezroczysta otoczka polisacharydowa. Pierwotne sporidia mają wielkość 64-79 x 1,6-1,8 µm, a wtórne 11-13 x 2 µm (Duran i Fischer 1961; Khanna i wsp. 1968; Waller i Morude 1983; Carris i wsp. 2006).

Metody oceny makroskopowej ziarna, wyflukiwania z niego teliospor, stopnia porażenia oraz morfologii kolonii zostały opisane m.in. przez Inman (2003), Castro i wsp. (1994), Peterson i wsp. (2000), Chesmore i wsp. (2003). Deng i wsp. (2012) opracowali sposób przetwarzania obrazu zarodników w celu zidentyfikowania *T. indica* i odróżnienia od podobnych gatunków *T. walkeri* i *T. horrida*. W przypadku słabego porażenia metody klasyczne mogą nie pozwalać na wykrycie. Problem może stanowić także zbyt mała liczba zarodników poddawanych ocenie.

Pomiędzy *T. indica*, *T. walkeri* i *T. horrida* występują nieznaczne, choć istotne, różnice w sekwencji jądrowego i mitochondrialnego DNA. Umożliwia to identyfikację *T. indica* na podstawie badań prowadzonych metodami biologii molekularnej z zastosowaniem: PCR, rep-PCR, RAPD, RFLP i AFLP (Ferreira i wsp. 1996; Bakkeren i wsp. 2000; Castelburry i wsp. 2005; Pimentel i wsp. 1998; Tan i wsp. 2009; McDonald i wsp. 2000). Różnice w sekwencji mtDNA umożliwiły zaprojektowanie starterów specyficznych dla gatunku *T. indica* i *T. walkeri* (Frederick i wsp. 2000). Można stosować je w konwencjonalnych testach PCR lub w układzie TaqMan w połączeniu z sondą (Frederick i wsp. 2000). W analizie RFLP wykorzystywane są regiony ITS1 i ITS2 (rDNA) (Levy i wsp. 2001; Pimentel i wsp. 1998). Niekiedy badania DNA wymagają wykorzystania kiełkujących teliospor (Frederick i wsp. 2000; Inman i wsp. 2003). Inne techniki PCR mogą być wykonywane bezpośrednio na teliosporach, co pozwala skrócić czas diagnozy minimum o 2 tygodnie (co jest szacowanym czasem kiełkowania zarodników) (McDonald i wsp. 1999, Tan i wsp. 2009). Ostatnio do identyfikacji *T. indica* opracowany został nowy protokół diagnostyczny wykorzystujący analizę LAMP (Gao i wsp. 2016) Technika ta umożliwia szybkie prowadzenie analiz nawet w laboratoriach nie dysponujących wyposażeniem do badań metodami biologii molekularnej.

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

### 5. Status regulacji agrofaga (EPPO 2017a)

#### Ameryka Południowa

Argentyna	lista A1	1995
Brazylia	lista A2	1995
Chile	lista A1	1995
Paragwaj	lista A1	1995
Urugwaj	lista A1	1995

#### Ameryka Południowa

Kanada	lista A1	1995
USA	Szkodnik kwarantannowy	1995

#### Azja

Bahrain	lista A1	2003
Chiny	lista A1	1993
Izrael	Szkodnik kwarantannowy	2009
Jordania	Szkodnik kwarantannowy	2007
Kazachstan	lista A1	2009

Uzbekistan	lista A1	2008
Europa		
Azerbejdżan	lista A1	2007
Białoruś	Szkodnik kwarantannowy	1994
Mołdawia	lista A1	2006
Norwegia	Szkodnik kwarantannowy	2012
Rosja	lista A1	2014
Turcja	lista A1	2007
Ukraina	lista A1	2010
Oceania		
Nowa Zelandia	Szkodnik kwarantannowy	2000
RPPO/EU		
APPPC	lista A2	1993
COSAVE	lista A2	1995
EPPO	lista A1	1975
EU	Aneks I/A1	1997
IAPSC	lista A1	1989

## 6. Rozmieszczenie

Endemicznie *T. indica* występuje w Indiach (Baker i wsp.2005). Patogen rozpowszechniony został w północnych i centralnych tego kraju – rejonach o umiarkowanych temperaturach i dość wysokiej wilgotności powietrza oraz innych państwach graniczących (Singh i wsp. 1985). Odnotowywany był także w innych krajach azjatyckich, Ameryce Północnej i Południowej, Afryce. Część z raportów nie jest jednak dostatecznie udokumentowana (Marshall i wsp. 2003). W Europie został stwierdzony jedynie w importowanym ziarnie, brak danych wskazujących na jego występowanie w środowisku rolniczym (Jones 2007)

Kontynent	Rozmieszczenie	Komentarz na temat statusu na obszarze występowania	Źródła
Afryka			
	RPA	obecny sporadycznie	Crous i wsp. 2001; EPPO 2017b
Ameryka Północna			
	Meksyk	zasięg ograniczony	Bonde i wsp. 1996; IMI 1996; EPPO 2017b
	Brazylia	zasięg ograniczony	EPPO 2017b
Ameryka Południowa			
	USA		
	Teksas	obecny sporadycznie	Rossman 2009; IMI 1996;

			EPPO 2017b
	Kalifornia	obecny sporadycznie	Rossmann 2009; IMI 1996; EPPO 2017b
	Arizona	obecny sporadycznie	Rossmann 2009; IMI 1996; EPPO 2017b
	Nowy Meksyk	obecny sporadycznie	Rossmann 2009; IMI 1996; EPPO 2017b
Azja			
	Afganistan	obecny	Watson 1971; IMI 1996; EPPO 2017b
	Indie	rozpowszechniony	Bonde i wsp. 1996.; IMI 1996; EPPO 2017b
	Iran	zasięg ograniczony	Vanky i Abbasi 2013; EPPO 2017b
	Irak	obecny	Watson 1971
	Nepal	obecny	Dahal i wsp. 1992; IMI 1996; Singh i wsp. 1989; EPPO 2017b
	Pakistan	zasięg ograniczony	Bonde i wsp. 1996; IMI 1996; EPPO 2017b
	Syria	zasięg ograniczony	Richardson 1990
	Turcja	zasięg ograniczony	Richardson 1990

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

Nazwa naukowa rośliny żywicielskiej (nazwa potoczna)	Występowanie na obszarze PRA	Komentarz	Źródła
<i>Triticum aestivum</i> (pszenica zwyczajna)	Tak	Uprawy główne na obszarze PRA.	Aujla i wsp. 1987
<i>Triticum durum</i> (pszenica twarda, pszenica durum)	Tak	Uprawy główne na obszarze PRA.	Aujla i wsp. 1987
<i>Triticum aestivum</i> x <i>Secale cereal</i> (pszenżyto)	Tak	Uprawy główne na obszarze PRA.	Aujla i wsp. 1987

W doświadczeniach infekcyjnych *T. indica* porażał także niektóre gatunki traw dziko rosnących z rodzajów *Aegilopsis*, *Bromus*, *Lolium*, *Oryzopsis* (Royer i Rytter 1988), brak jednak potwierdzenia tych obserwacji w warunkach naturalnych.

#### 8. Drogi przenikania

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: porażone ziarno siewne
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen przenoszony jest z porażonym ziarnem
Czy droga przenikania jest zakazana na	Nie

obszarze PRA?			
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Tak		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Ziarno siewne		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Import ziarna z miejsc występowania choroby, brak badań importowanego ziarna.		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak		
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak		
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie importujemy z krajów, w których patogen występuje		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie importujemy z krajów, w których patogen występuje		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	Niskie	<b>Średnie X</b>	Wysokie
Ocena niepewności	<b>Niska X</b>	Średnia	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: porażone ziarno paszowe		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen przenoszony jest z porażonym ziarnem przeznaczonym do produkcji pasz.		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Brak danych		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Ziarno paszowe		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Import ziarna z miejsc występowania choroby, brak badań importowanego ziarna.		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak		
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak		
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie importujemy z krajów, w których patogen występuje.		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie importujemy z krajów, w których patogen występuje		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<b>Niskie X</b>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	<b>Średnia X</b>	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: porażone ziarno konsumpcyjne		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen przenoszony jest z porażonym ziarnem przeznaczonym do konsumpcji.		
Czy droga przenikania jest zakazana na	Nie		

obszarze PRA?			
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Tak		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Ziarno		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Import ziarna z miejsc występowania choroby, brak badań importowanego ziarna.		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak		
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Nie		
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie importujemy z krajów, w których patogen występuje.		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie importujemy z krajów, w których patogen występuje		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<b>Niskie X</b>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	<b>Niska X</b>	Średnia	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: zanieczyszczona odzież		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen przenoszony jest poprzez przemieszczanie osób których odzież została zanieczyszczona teliosporami		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Brak danych		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Teliospory		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Obecność osób w miejscach występowania choroby, brak zachowania należytej czystości.		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak		
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak		
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<b>Niskie X</b>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	<b>Średnia X</b>	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: urządzenia i maszyny rolnicze		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen przenoszony jest poprzez sprowadzenie używanych maszyn i urządzeń rolniczych		
Czy droga przenikania jest zakazana na	Nie		



obszarze PRA?			
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Brak danych		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Teliospory		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Import z miejsc występowania choroby, niedostateczne odkażenie sprowadzanego sprzętu.		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak		
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak		
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<b>Niskie X</b>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	<b>Średnia X</b>	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania przenoszenie z wiatrem		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen przenoszony jest poprzez wiatr		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Brak danych		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Teliospory		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Zbiór porażonego ziarna w trakcie wietrznej pogody.		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak		
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak		
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<b>Niskie X</b>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	<b>Średnia X</b>	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: zwierzęta		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen przenoszony jest poprzez przemieszczanie zwierząt których futro/pióra zostały zanieczyszczone teliosporami		

Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Brak danych
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	teliospory
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Obecność zwierząt z miejsc występowania choroby.
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?	Tylko na krótkich dystansach.
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Brak danych
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<b>Niskie X</b> Średnie                      Wysokie
Ocena niepewności	Niska                      Średnia <b>Wysoka X</b>

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: zwierzęta		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen przenoszony jest poprzez przemieszczanie zwierząt, które zjadły zakażone ziarno		
Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie		
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Brak danych		
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Teliospory		
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Obecność zwierząt w miejscach występowania choroby/ karmienie zakażoną paszą.		
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak		
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak		
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie		
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<b>Niskie X</b>	Średnie	Wysokie
Ocena niepewności	Niska	<b>Średnia X</b>	Wysoka

Możliwa droga przenikania	Droga przenikania: ziemia		
Krótki opis, dlaczego jest rozważana jako droga przenikania	Patogen przenoszony jest poprzez transport zakażonej ziemi.		

Czy droga przenikania jest zakazana na obszarze PRA?	Nie
Czy agrofag był już przechwycony tą drogą przenikania?	Brak danych
Jakie stadium jest najbardziej prawdopodobnie związane z tą drogą przenikania?	Teliospory
Jakie są ważne czynniki do powiązania z tą drogą przenikania?	Przemieszczanie z miejsc występowania choroby.
Czy agrofag może przeżyć transport i składowanie w tej drodze przenikania?	Tak
Czy agrofag może zostać przeniesiony z tej drogi przenikania na odpowiednie siedlisko?	Tak
Czy wielkość przemieszczana tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Brak danych/dotyczy raczej przemieszczania ziemi na niewielkie dystanse.
Czy częstotliwość przemieszczania tą drogą przenikania sprzyja wejściu agrofaga?	Nie
Ocena prawdopodobieństwa wejścia	<b>Niskie X</b> Średnie                      Wysokie
Ocena niepewności	Niska                      Średnia <b>Wysoka X</b>

Na obszarze PRA podstawowym źródłem zakażenia pozostaje import ziarna. Objawy chorobowe wywoływane przez *T. indica* widoczne są głównie w postaci zmienionych ziarniaków, dlatego obecność zarodników np. w sprowadzonym materiale siewnym może pozostać niezauważona. Ze względu na oddalenie miejsc występowania choroby, wnikięcie w wyniku przenoszenia przez zwierzęta, wiatr lub braku higieny osób mających kontakt jest mało prawdopodobne. Wprowadzenia patogenu przez karmienie zwierząt porażonym ziarnem także jest mało możliwe, biorąc pod uwagę konieczną zbieżność dostępności inokulum, kwitnienia zbóż z wymaganiami pogodowymi koniecznymi do zajścia infekcji (Smilanick i wsp. 1985). Aby nie dopuścić do przenoszenia grzyba w miejsca, gdzie nie występuje, kluczowe wydaje się badanie importowanego materiału lub zaniechanie go z miejsc występowania choroby. Nie jest znany zakres podatności polskich odmian na *T. indica*.

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

Badania Humid Thermal Index (zależność wilgotności i temperatury od fazy liścia flagowego do dojrzałości mleczej ziarna) wskazują, że klimat w UE umożliwia przeżycie i rozprzestrzenianie się patogenu na pszenicy, szczególnie w Polsce, Francji i Włoszech. Głównym źródłem niepewności jest interpolacja indeksu HTI, stworzonego na podstawie warunków panujących w Indiach, gdzie pola są dodatkowo nawadniane. Istnieją obawy, że niedostateczne poznanie wymagań siedliskowych *T. indica*, uniemożliwiające zbudowanie odpowiedniego modelu mechanistycznego nie doszacowuje lub przeszacowuje możliwość zasiedlenia w warunkach europejskich (Murray i Brennan 1998, Baker i wsp. 2005, Stansbury i wsp. 2002, Sansford 2008).

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

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

Porażane gatunki roślin nie są uprawiane pod osłonami

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

### 11. Rozprzestrzenienie na obszarze PRA

Patogen przenoszony jest przede wszystkim poprzez zakażony materiał siewny. W przypadku braku kontroli rozprzestrzenianie grzyba jest wysoce prawdopodobne. Duża zdolność teliospor do przetrwania niekorzystnych warunków atmosferycznych może powodować wystąpienie infekcji w kolejnych latach. Inokulum może być skutecznie przeniesione także przez maszyny rolnicze lub odzież osób pracujących z zainfekowanym ziarnem. Naturalne rozprzestrzenianie z udziałem zwierząt lub wiatru jest możliwe na skalę lokalną, z wyjątkiem ptaków, które zjadając i wydalając zakażony materiał mogą przenosić go na większe odległości.

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

### 12. Wpływ na obecnym obszarze zasięgu

#### 12.01 Wpływ na bioróżnorodność

Patogen może być zwalczany chemicznie

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

#### 12.02 Wpływ na usługi ekosystemowe

Usługa ekosystemowa	Czy szkodnik ma wpływ na tę usługę?	Krótki opis wpływu	Źródła
Zabezpieczająca	Tak	Obniżenie ilości i jakości produkowanego ziarna	Bonde i wsp. 1997; Borgen 2004
Regulująca	Nie		
Wspomagająca	Nie		
Kulturowa	Nie		

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

#### 12.03 Wpływ socjoekonomiczny

Zakażenie ziarna może wpływać na spadek jego wartości lub konieczność zniszczenia uzyskanych plonów. Nasilone występowanie choroby może skutkować zmianą charakteru produkcji rolnej na danym obszarze lub koniecznością ponoszenia dodatkowych nakładów finansowych na ochronę upraw.

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

### 13. Potencjalny wpływ na obszarze PRA

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

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

Jeśli Nie

Ocena wielkości wpływu na bioróżnorodność na potencjalnym obszarze zasiedlenia	<b>Niski X</b>	Średni	Wysoki
Ocena niepewności	<b>Niska X</b>	Średnia	Wysoka

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

W przypadku zastosowania do siewu zakażonego ziarna konieczne może być zniszczenie uzyskanych plonów.

Jeśli Nie

Ocena wielkości wpływu na usługi ekosystemowe na potencjalnym obszarze zasiedlenia	<b>Niski X</b>	Średni	Wysoki
Ocena niepewności	<b>Niska X</b>	Średnia	Wysoka

#### 13.03 Potencjalny wpływ socjoekonomiczny na obszarze PRA

Jeśli Nie

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

### 14. Identyfikacja zagrożonego obszaru

Kraje UE w tym Polska, tereny przeznaczone pod uprawę pszenicy i pszenżyta.

#### 15. Zmiana klimatu

Infekcja wymaga odpowiedniej temperatury i wilgotności występującej w trakcie kwitnienia zbóż. Na potencjalne rozprzestrzenianie patogenu może wpływać ocieplenie chłodniejszych części Europy (dane dla Polski patrz Załącznik 1). Należy jednak zauważyć, że w związku z dużą niepewnością predykcji zmiany opadów atmosferycznych, szczególnie w miesiącach letnich (różnica pomiędzy 5 a 95 percentylem wynosi ok. 100 mm, Załącznik 1) praktycznie niemożliwe staje się określenie możliwości rozwoju choroby na terenie Polski w przyszłości.

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

Scenariusz zmiany klimatu: RCP 4.5, 6.0, 8.0 (IPCC 2014)

15.02 Rozważyć wpływ projektowanej zmiany klimatu na agrofaga. W szczególności rozważyć wpływ zmiany klimatu na wejście, zasiedlenie, rozprzestrzenienie oraz wpływ na obszarze PRA. W szczególności rozważyć poniższe aspekty:

Czy jest prawdopodobne, że drogi przenikania mogą się zmienić na skutek zmian klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę prawdopodobieństwa i niepewności)	Źródła
Nie	Opinia ekspercka
Czy prawdopodobieństwo zasiedlenia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę prawdopodobieństwa i niepewności)	Źródła
Tak, cykl infekcyjny patogenu wymaga, aby wykształcanie sporidiów odbywało się w trakcie kwitnienia zbóż, temperaturze 10-25°C i wysokiej wilgotności powietrza. Ryzyko zasiedlenia się <i>T. indica</i> na obszarze PRA wiąże się głównie z ryzykiem wprowadzenia go z zakażonym ziarnem. Predykcja opadu atmosferycznego w przyszłości jest obciążona bardzo dużą niepewnością, przez co ogólna ocena możliwości zasiedlenia jest również wysoce niepewna.	Opinia ekspercka
Czy wielkość rozprzestrzenienia może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wielkości rozprzestrzenienia i niepewności)	Źródła
Czynnikiem najskuteczniej limitującym rozprzestrzenianie jest stosowanie zdrowego materiału siewnego, zmiany klimatyczne odgrywają znaczenie drugorzędne.	Opinia ekspercka
Czy wpływ na obszarze PRA może się zmienić wraz ze zmianą klimatu? (Jeśli tak, podać nową ocenę wpływu i niepewności)	Źródła
Tak, dotyczy to obszarów, na których będą występować warunki klimatyczne sprzyjające rozwojowi patogenu oraz uprawie pszenicy.	Opinia ekspercka

## 16. Ogólna ocena ryzyka

Prawdopodobieństwo wniknięcia *T. indica* na teren PRA jest ściśle związane z importem porażonego ziarna (głównie przeznaczonego do siewu). Istnieje ryzyko zadomowienia się patogenu na obszarze PRA i wywoływania szkód w produkcji rolnej. W przypadku sprowadzenia materiału z miejsc występowania choroby konieczne jest prowadzenie działań fitosanitarnych, takich jak monitoring. Wskazane jest także zaniechanie importu w przypadku epidemii na nowym obszarze lub z rejonów o silnym natężeniu choroby. Ziarna produkowane poza regionami występowania *T. indica* nie wymaga podejmowania specjalnych zabiegów fitosanitarnych.

### Etap 3. Zarządzanie ryzykiem zagrożenia agrofagiem

#### 17. Środki fitosanitarne

Rozprzestrzenianie choroby w miejscu występowania patogenu może być kontrolowane poprzez analizę stanu upraw, niszczenie tych porażonych i wprowadzenie odpowiednio długiego płodozmianu, zaprawianie ziarna oraz opryski zbóż w fazie kwitnienia (Warham i wsp. 1989; Singh i wsp. 1985; Sharma i Basandari 2000; Smilanick i wsp. 1988).

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

Podstawowe znaczenie odgrywa niedopuszczenie do rozwoju patogenu na obszarze PRA. Wszelkie sygnały o obecności *T. indica* powinny zostać poddane wnikliwej analizie, a zakażone ziarno lub rośliny zniszczone. Ze względu na duże zdolności teliospor do przetrwania w niekorzystnych warunkach zwalczanie chemiczne lub płodozmian mogą okazać się nieskuteczne.

Możliwe drogi przenikania (w kolejności od najważniejszej)	Możliwe środki	Opłacalność środków
Zakażone ziarno	Zniszczenie zakażonego materiału	duża
Porażone rośliny	Zniszczenie upraw	duża
Porażone rośliny - podejrzenie	Monitoring rozwoju choroby, zniszczenie upraw	duża
Zakażona ziemia	Zniszczenie zakażonego materiału	duża

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

Rozwój grzybów z rodzaju *Tilletia* może być ograniczany poprzez stosowanie zaprawiania ziarna, oprysk roślin w późniejszych fazach rozwojowych, wprowadzenie odpowiedniego płodozmianu oraz stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego

#### 18. Niepewność

Nie jest znana podatność odmian pszenicy i pszenżyta uprawianych w Polsce na porażenie przez *T. indica*. Duża niepewność predykcji opadów w przyszłości (szczególnie w miesiącach letnich) stanowi główne źródło trudności oceny sytuacji w latach przyszłych.

#### 19. Uwagi

- Aujla SS, Indu Sharma, 1987. New host records of *Neovossia indica*. *Indian Phytopathology*, 40(3):437
- Aujla, S.S., Mohan, C., and Kaur, S. 1989. New technique to culture *Neovossia indica* on yeast potato dextrose agar. *Curr. Sci.* 58: 641-642.
- Aujla, S.S., Sharma, I., and Gill, K.S. 1990. Effect of soil moisture and temperature of teliospore germination of *Neovossia indica*. *Indian Phytopathol.* 43: 223-225.
- Babadoost, M., Mathre, D.E., Johnston, R.H., and Bonde, M.R. 2004. Survival of teliospores of *Tilletia indica* in soil. *Pl. Dis.* 88: 56-62.
- Bains, S.S., and Dhaliwal, H. S. 1988. Standardization of a technique for in vivo evaluation of fungitoxicants against *Neovossia indica*. *Indian J. Mycol. Pl. Pathol.* 18: 47-54.
- Baker R.H.A., Sansford C.E., Gioli B., Miglietta F., Porter J.R., Ewert F. 2005. Combining a disease model with a crop phenology model to assess and map pest risk: Karnal bunt disease (*Tilletia indica*) of wheat in Europe. W: *Introduction and Spread of Invasive Species* (Alford D.V., Backhaus G.F., red.). BCPC Symposium Proceedings 81, 89–94.
- Bakkeren, G., Kronstad, J., and Lévesque, C.A. 2000. Comparison of AFLP fingerprints and ITS sequences as phylogenetic markers in *Ustilaginomycetes*. *Mycologia* 92: 510-521.
- Bonde, M.R., Berner, D.K., Nester, S.E., Peteron, G.L., Olsen, M.W., Cunfer, B.M., and Sim IV, T. 2003. Survival of *Tilletia indica* teliospores in soils. *Phytopathology* 93: S10.
- Bonde, M.R., Peterson, G.L., Fuentes-Davila, G., Nanda, G.S., and Phillips, J.G. 1996. Comparison of the virulent of isolates of *Tilletia indica*, causal agent of karnal bunt of wheat, from India, Pakistan, and Mexico. *Pl. Dis.* 80: 1071-1074.
- Bonde, M.R., Peterson, G.L., Schaad, N.W., and Smilanick, J.L. 1997. Karnal bunt of wheat. *Pl. Dis.* 81: 1370-1377.
- Borgen, A. (2004). Organic seed treatment to control common bunt (*Tilletia tritici*) in wheat. *Seed Testing International* 128, 8-9.
- Carris, L.M., Castlebury, L.A., and Goates, B.J. 2006. Nonsystemic bunt fungi - *Tilletia indica* and *T. horrida*: a review of history, systematics, and biology. *Annual Rev. Phytopathol.* 44: 113-133.
- Castlebury, L.A. 1998. Morphological characterization of *Tilletia indica* and similar fungi. Pages 97-105 in Malik, V.S., and D.E. Mathre. *Bunts and Smuts of Wheat: An International Symposium*. North American Plant Protection Organization. 445 pg.
- Castlebury, L.A., and Carris, L.M. 1999. *Tilletia walkeri*, a new species on *Lolium multiflorum* and *L. perenne*. *Mycologia* 91: 121-131.
- Castlebury, L.A., Carris, L.M., and Vanky, K. 2005. Phylogenetic analysis of *Tilletia* and allied genera in order *Tilletiales* (*Ustilaginomycetes*; *Exobasidiomycetidae*) based on large subunit nuclear rDNA sequences. *Mycologia* 97: 888-900.
- Castro C, Schaad NW, Bonde MR, 1994. A technique for extracting *Tilletia indica* teliospores from contaminated wheat seeds. *Seed Science and Technology*, 22(1):91-98
- Chesmore D, Bernard T, Inman AJ, Bowyer RJ, 2003. Image analysis for the identification of the quarantine pest *Tilletia indica*. *Bulletin OEPP [Papers presented at the EPPPO Conference on Computer aids for plant protection, York, UK, 15-17 October, 2002.]*, 33(3):495-499.
- Crous, P.W., Van Jaarsveld, A. B., Castlebury, L.A., Carris, L.M., Frederick, R.D., and Pretorius, Z.A. 2001. Karnal bunt of wheat newly reported from the African continent. *Pl. Dis.* 85: 561.
- Dahal, G., Amatya, P., and Manandhar, H. 1992. Plant diseases in Nepal. *Rev. Pl. Pathol.* 71: 797-807.
- Deng JiZhong, Li Min, Yuan ZhiBao, Jin Ji, Huang HuaSheng, 2012. Feature extraction and classification of *Tilletia* diseases based on image recognition. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 28(3):172-176. <http://www.tcsae.org>
- Dhaliwal, H. S., and Singh, D.V. 1989. Production and inter-relationship of two types of secondary sporidia of *Neovossia indica*. *Curr. Sci.* 58: 614-618.



- Duran, R., and Fischer, G.W. 1961. The Genus *Tilletia*. Washington State University, 138 pages.
- Farr, D.F., & Rossman, A.Y. Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. Retrieved May 25, 2017, from <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>
- EPPO, 2007. *Tilletia indica*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 37(3):503-520. <http://www.blackwell-synergy.com/doi/full/10.1111/j.1365-2338.2007.01158.x>
- EPPO 2017a <https://gd.eppo.int/taxon/NEOVIN/categorization> (dostęp: 14.11.2017)
- EPPO 2017b <https://gd.eppo.int/taxon/NEOVIN/distribution> (dostęp: 14.11.2017)
- Ferreira, M.A.S.V., Tooley, P.W., Hatziloukas, E., Castro, C., and Schaad, N.W. 1996. Isolation of a species-specific mitochondrial DNA sequence for identification of *Tilletia indica*, the karnal bunt of wheat fungus. *Appl. Environm. Microbiol.* 62: 87-93.
- Frederick, R.D., Snyder, K.E., Tooley, P.W., Berthier-Schaad, Y., Peterson, G.L., Bonde, M.R., Schaad, N.W., and Knorr, D.A. 2000. Identification and differentiation of *Tilletia indica* and *T. walkeri* using the polymerase chain reaction. *Phytopathology* 90: 951-960.
- Gao, Y., Tan, M. K., & Zhu, Y. G. 2016 Rapid and specific detection of *Tilletia indica* using loop-mediated isothermal DNA amplification. *Australasian Plant Pathology*, 45(4), 361-367.
- Goates, B.J. 1988. Histology of infection of wheat by *Tilletia indica*, the karnal bunt pathogen. *Phytopathology* 78: 1434-1441.
- IMI 1996. Distribution Maps of Plant Diseases, Map No. 173. Wallingford, UK: CAB International.
- Inman, A.J., Hughes, K.J.D., and Bowyer, R.J. 2003. EU recommended protocol for the diagnosis of a quarantine pathogen, *Tilletia indica*. *Libreria editrice Biella Giovanna* 1: 1-38.
- IPCC 2014 Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, et al.,(eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32. [https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WG2AR5\\_SPM\\_FINAL.pdf](https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WG2AR5_SPM_FINAL.pdf)
- Jhorar O P, Mavi H S, Sharma I, Mahi G S, Mathauda S S, Singh G, (1992). A biometeorological model for forecasting Karnal bunt disease of wheat. *Plant Disease Reporter* 7, 204-209.
- Jones, D.R. 2007. Arguments for a low risk of establishment of Karnal bunt disease of wheat in Europe. *Eur. J. Pl. Pathol.* 118: 93-104.
- Khanna, A., and Payak, M.M. 1968. Teliospore morphology of some smut fungi. II. Light microscopy. *Mycologia* 60: 655-662.
- Krishna, A., and Singh, R.A. 1983. Cytology of teliospore germination and development in *Neovossia indica* the incitant of karnal bunt of wheat. *Indian Phytopathol.* 36: 115-123.
- Kumar, J., Saharan, M.S., Sharma, A.K., and Nagarajan, S. 2003. Effect of temperature on teliospore germination in *Tilletia indica* under simulated conditions and its relevance in pest risk analysis in wheat. *Indian Phytopathol.* 56: 14-21.
- Levy, L., Castlebury, L.A., Carris, L.M., Meyer, R.J., and Pimentel, G. 2001. Internal transcribed spacer sequence-based phylogeny and polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism differentiation of *Tilletia walkeri* and *T. indica*. *Phytopathology* 91: 935-940.
- Marshall, D., Work, T.T. , and Cavey, J.F. 2003. Invasion pathways of karnal bunt of wheat into the United States. *Pl. Dis.* 87: 999-1003.
- McDonald, J.G., Wong, E., and White, G.P. 2000. Differentiation of *Tilletia* species by rep-PCR genomic fingerprinting. *Pl. Dis.* 84: 1121-1125.
- Murray GM, Brennan JP, 1998. The risk to Australia from *Tilletia indica*, the cause of Karnal bunt of wheat. *Australasian Plant Pathology*, 27(4):212-225.
- Pascoe, I.G., Priest, M.J., Shivas, R.G., and Cunnington, J.H. 2005. Ustilospores of *Tilletia ehrhartae*, a smut of *Ehrharta calycina*, are common contaminants of Australian wheat grain, and a potential source of confusion with *Tilletia indica*, the cause of karnal bunt of wheat. *Pl. Pathol.* 54: 161-168.

- Peterson, G.L., Bonde, M.R., and Phillips, J.G. 2000. Size-selective sieving for detecting teliospores of *Tilletia indica* in wheat seed samples. *Pl. Dis.* 84: 999-1007.
- Pimentel, G., Carris, L.M., Levy, L., and Meyer, R.J. 1998. Genetic variability among isolates of *Tilletia barclayana*, *T. indica* and allied species. *Mycologia* 90: 1017-1027.
- Richardson, M.J. 1990. An Annotated List of Seed-Borne Diseases. Fourth Edition. International Seed Testing Association, Zurich, 387+ pages.
- Rossmann, A.Y. 2009. The impact of invasive fungi on agricultural ecosystems in the United States. *Biol. Invasions* 11: 97-107.
- Royer, M.H., and Rytter, J. 1988. Comparison of host ranges of *Tilletia indica* and *T. barclayana*. *Pl. Dis.* 72: 133-136.
- Sansford CE, Baker RHZ, Brennan JP, Ewert F, Gioli B, Inman A, Kinsella A, Magnus HA, Miglietta F, Murray GM, Porta-Puglia A, Porter JR, Rafoss T, Riccioni L, Thorne F, 2008. The new pest risk analysis for *Tilletia indica*, the cause of Karnal bunt of wheat, continues to support the quarantine status of the pathogen in Europe. *Plant Pathology*, 57:603-611.
- Sharma, B.K., and Basandrai, A.K. 2000. Effectiveness of some fungicides and biocontrol agents for the management of karnal bunt of wheat. *J. Mycol. Pl. Pathol.* 30: 76-78.
- Singh, D.B., Srivastava, K.D., and Joshi, L.M. 1985. Present status of karnal bunt of wheat in relation to its distribution and varietal susceptibility. *Indian Phytopathol.* 38: 507-515.
- Singh, D.V., Agarwal, R., Shrestha, J.K., Thapa, B.R., and Dubin, H.J. 1989. First report of *Tilletia indica* on wheat in Nepal. *Pl. Dis.* 73: 273.
- Smilanick, J.L., Hoffmann, J.A., and Royer, M.H. 1985. Effect of temperature, pH, light, and desiccation on teliospore germination of *Tilletia indica*. *Phytopathology* 75: 1428-1431.
- Smilanick, J.L., Hoffmann, J.A., Secrest, L.R., and Wiese, K. 1988. Evaluation of chemical and physical treatments to prevent germination of *Tilletia indica* teliospores. *Pl. Dis.* 72: 46-51.
- Stansbury, C.D., McKirdy, S.J., Diggle, A.J., and Riley, I.T. 2002. Modeling the risk of entry, establishment, spread, containment, and economic impact of *Tilletia indica*, the cause of Karnal bunt of wheat, using an Australian context. *Phytopathology* 92: 321-331.
- Tan MuiKeng, Ghalayini A, Indu Sharma, Yi JianPing, Shivas R, Priest M, Wright D, 2009. A one-tube fluorescent assay for the quarantine detection and identification of *Tilletia indica* and other grass bunts in wheat. *Australasian Plant Pathology*, 38(2):101-109. <http://www.publish.csiro.au/nid/39.htm>
- Vanky, K., and Abbasi, M. 2013. Smut fungi of Iran. *Mycosphere* 4: 363-454.
- Waller, J.M., and Mordue, J.E.M. 1983. *Tilletia indica*. *C.M.I. Descr. Pathog. Fungi Bact.* 748: 1-2. (23919)
- Warham, E.J., Prescott, J.M., and Griffiths, E. 1989. Effectiveness of chemical seed treatments in controlling karnal bunt disease of wheat. *Pl. Dis.* 73: 585-588.
- Watson, A.J. 1971. Foreign bacterial and fungus diseases of food, forage, and fiber crops. U.S.D.A. Agricultural Research Service : 111.

Załącznik 1.

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

<b>RCP 4.5</b>	<b>2036-2065 IX-XI</b>	<b>2071-2100 IX-XI</b>	<b>2036-2065 XII-II</b>	<b>2071-2100 XII-II</b>
ACCESS1-0	10.11	11.01	0.08	1.43
ACCESS1-3	10.52	11.14	1.31	1.79
CanESM2	9.84	10.44	1.04	1.59
CCSM4	9.65	10.20	0.17	-0.15
CMCC-CM	10.79	11.92	3.07	4.43
CMCC-CMS	10.14	11.27	2.72	2.99
CNRM-CM5	9.85	10.53	1.15	2.68
GISS-E2-H	9.38	10.22	1.31	2.70
GISS-E2-H-CC	9.41	9.64	0.73	0.79
GISS-E2-R	9.49	9.77	0.65	0.67
GISS-E2-R-CC	9.34	9.62	0.30	0.69
HadGEM2-AO	10.60	11.65	1.48	2.55
HadGEM2-CC	10.26	11.40	1.70	3.28
HadGEM2-ES	10.93	11.86	2.00	2.19
inmcm4	8.64	9.00	-0.12	1.07
IPSL-CM5A-LR	10.54	11.15	2.74	3.11
IPSL-CM5A-MR	10.38	11.10	1.25	1.91
IPSL-CM5B-LR	10.29	10.47	0.55	2.74
MIROC5	11.00	11.54	1.34	2.52
MIROC-ESM	10.89	11.44	1.58	2.24
MPI-ESM-LR	9.22	9.52	-0.40	0.18
MPI-ESM-MR	9.52	9.56	1.12	1.04
MRI-CGCM3	9.19	9.90	-0.67	0.78
NorESM1-M	9.90	10.45	1.02	1.43
NorESM1-ME	9.61	10.21	0.43	1.52
<i>ŚREDNIA:</i>	9.98	10.60	1.06	1.85
<i>5.00%</i>	9.20	9.53	-0.34	0.28
<i>95.00%</i>	10.92	11.82	2.74	3.25
<b>RCP 6.0</b>	<b>2036-2065 IX-XI</b>	<b>2071-2100 IX-XI</b>	<b>2036-2065 XII-II</b>	<b>2071-2100 XII-II</b>
CCSM4	9.65	10.27	0.28	0.57
GISS-E2-H	9.79	10.41	1.54	1.66
GISS-E2-R	9.48	9.87	0.99	0.96
HadGEM2-AO	10.13	11.52	0.99	1.54
HadGEM2-ES	10.40	12.95	1.66	2.32
IPSL-CM5A-LR	10.47	11.55	2.42	3.20
IPSL-CM5A-MR	10.29	11.83	0.55	1.94
MIROC5	10.65	11.84	0.71	2.74
MIROC-ESM	10.76	12.26	1.55	2.80
MRI-CGCM3	9.25	10.05	-0.14	1.01
NorESM1-M	9.57	10.92	0.78	2.01
NorESM1-ME	9.59	11.22	0.12	1.88
<i>ŚREDNIA:</i>	10.00	11.22	0.95	1.89
<i>5.00%</i>	9.38	9.97	0.00	0.78
<i>95.00%</i>	10.70	12.57	2.00	2.98
<b>RCP 8.5</b>	<b>2036-2065 IX-XI</b>	<b>2071-2100 IX-XI</b>	<b>2036-2065 XII-II</b>	<b>2071-2100 XII-II</b>
ACCESS1-0	10.38	13.39	1.93	4.04
ACCESS1-3	10.85	13.19	1.61	3.66
CanESM2	10.62	13.05	1.39	2.99
CCSM4	9.91	11.83	0.40	1.96
CMCC-CESM	11.06	12.78	3.55	6.50
CMCC-CM	11.33	14.06	3.45	6.83
CMCC-CMS	10.82	13.73	2.69	5.96

CNRM-CM5	10.58	11.79	2.21	4.41
GISS-E2-H	10.02	11.82	1.40	3.63
GISS-E2-H-CC	10.15	11.38	1.23	2.91
GISS-E2-R	9.80	11.33	1.32	3.17
GISS-E2-R-CC	10.27	11.23	1.90	2.42
HadGEM2-AO	10.92	13.59	1.87	4.34
HadGEM2-CC	11.51	14.29	3.76	5.87
HadGEM2-ES	11.89	14.48	2.13	4.54
inmcm4	9.00	10.12	0.70	2.19
IPSL-CM5A-LR	11.25	13.83	3.29	5.85
IPSL-CM5A-MR	11.25	13.12	1.13	3.52
IPSL-CM5B-LR	10.93	13.00	3.23	5.84
MIROC5	11.47	13.48	1.99	4.46
MIROC-ESM	11.67	13.97	2.36	4.55
MPI-ESM-LR	9.99	11.95	0.33	2.47
MPI-ESM-MR	10.02	11.69	1.02	2.80
MRI-CGCM3	10.12	11.28	0.48	2.34
MRI-ESM1	9.85	11.61	0.63	2.83
NorESM1-M	10.40	12.00	1.11	2.63
NorESM1-ME	10.25	11.77	1.55	2.96
<i>ŚREDNIA:</i>	10.60	12.58	1.80	3.91
<i>5.00%</i>	9.82	11.25	0.42	2.24
<i>95.00%</i>	11.62	14.22	3.52	6.34

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

<b>RCP4.5</b>	<b>2036-2065 III-V</b>	<b>2071-2100 III-V</b>	<b>2036-2065 VI-VIII</b>	<b>2071-2100 VI-VIII</b>
ACCESS1-0	9.34	10.14	19.96	20.91
ACCESS1-3	9.37	10.64	20.53	21.36
CanESM2	9.44	9.75	19.30	19.68
CCSM4	9.35	9.79	19.63	20.25
CMCC-CM	10.18	11.18	18.87	19.48
CMCC-CMS	9.42	9.89	18.99	19.68
CNRM-CM5	9.36	10.48	18.24	19.43
GISS-E2-H	9.27	10.01	18.63	19.48
GISS-E2-H-CC	10.47	10.95	19.00	19.32
GISS-E2-R	8.81	9.38	18.29	18.52
GISS-E2-R-CC	9.09	9.43	18.45	18.46
HadGEM2-AO	9.85	10.50	21.97	22.00
HadGEM2-CC	9.84	10.73	20.26	20.64
HadGEM2-ES	10.58	10.97	21.20	21.93
inmcm4	8.38	8.80	17.94	18.26
IPSL-CM5A-LR	9.96	10.85	19.56	20.00
IPSL-CM5A-MR	9.63	9.93	19.58	20.39
IPSL-CM5B-LR	9.77	10.19	19.03	19.97
MIROC5	11.59	11.88	19.54	20.30
MIROC-ESM	10.50	10.66	20.23	21.24
MPI-ESM-LR	8.79	9.17	18.58	18.90
MPI-ESM-MR	9.09	9.33	18.88	19.17
MRI-CGCM3	8.46	9.00	17.89	18.07
NorESM1-M	10.02	10.29	19.49	19.96
NorESM1-ME	9.43	10.46	18.79	19.89
<i>ŚREDNIA:</i>	9.60	10.18	19.31	19.89
<i>5.00%</i>	8.53	9.03	18.00	18.30
<i>95.00%</i>	10.56	11.14	21.07	21.82
<b>RCP6.0</b>	<b>2036-2065 III-V</b>	<b>2071-2100 III-V</b>	<b>2036-2065 VI-VIII</b>	<b>2071-2100 VI-VIII</b>
CCSM4	9.06	9.59	19.21	20.03

GISS-E2-H	9.41	10.07	18.84	19.61
GISS-E2-R	8.86	9.53	18.41	19.02
HadGEM2-AO	9.30	10.54	20.61	22.90
HadGEM2-ES	10.05	11.25	20.62	22.83
IPSL-CM5A-LR	10.11	11.10	19.41	20.46
IPSL-CM5A-MR	9.37	10.58	19.15	20.67
MIROC5	10.99	12.75	19.58	20.42
MIROC-ESM	10.11	11.39	19.83	21.80
MRI-CGCM3	8.57	8.96	17.64	18.49
NorESM1-M	9.43	10.78	18.80	20.31
NorESM1-ME	9.19	10.47	18.73	20.21
<i>ŚREDNIA:</i>	9.54	10.58	19.24	20.56
<i>5.00%</i>	8.73	9.27	18.06	18.78
<i>95.00%</i>	10.51	12.00	20.61	22.86
<b>RCP 8.5</b>	<b>2036-2065 III-V</b>	<b>2071-2100 III-V</b>	<b>2036-2065 VI-VIII</b>	<b>2071-2100 VI-VIII</b>
ACCESS1-0	10.25	12.42	21.62	24.39
ACCESS1-3	10.26	11.55	21.48	23.92
CanESM2	9.43	11.26	20.12	23.17
CCSM4	9.96	10.77	20.02	21.56
CMCC-CESM	10.34	11.89	18.76	20.17
CMCC-CM	10.24	13.20	18.89	21.40
CMCC-CMS	9.48	11.44	19.25	21.66
CNRM-CM5	9.79	10.99	19.07	20.76
GISS-E2-H	9.63	11.51	19.30	20.88
GISS-E2-H-CC	10.62	12.43	19.27	21.05
GISS-E2-R	10.23	11.11	18.97	19.88
GISS-E2-R-CC	9.86	11.39	18.87	20.35
HadGEM2-AO	10.49	12.31	22.44	25.87
HadGEM2-CC	11.36	12.65	21.41	24.62
HadGEM2-ES	10.80	12.63	22.08	25.74
inmcm4	8.52	9.71	18.23	19.96
IPSL-CM5A-LR	10.70	13.23	20.11	22.81
IPSL-CM5A-MR	9.97	11.78	20.10	22.71
IPSL-CM5B-LR	10.45	11.98	19.87	22.07
MIROC5	11.76	14.07	20.43	22.37
MIROC-ESM	10.84	12.46	21.01	23.90
MPI-ESM-LR	9.32	10.66	18.86	20.85
MPI-ESM-MR	8.63	10.11	19.15	20.94
MRI-CGCM3	9.09	10.20	18.49	19.77
MRI-ESM1	8.53	10.39	18.47	20.39
NorESM1-M	9.97	11.62	19.65	22.23
NorESM1-ME	9.75	11.32	19.36	21.54
<i>ŚREDNIA:</i>	10.01	11.67	19.83	22.04
<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 4.5, 6.0 i 8.5. Wartości 9% i 95% oznaczają odpowiedni percentyl.

<b>RCP 4.5</b>	<b>2036-2065 IX-XI</b>	<b>2071-2100 IX-XI</b>	<b>2036-2065 XII-II</b>	<b>2071-2100 XII-II</b>
ACCESS1-0	140,9	127,2	111,3	119,0
ACCESS1-3	137,9	135,9	116,3	122,9
CCSM4	158,0	155,3	101,7	107,1
CMCC-CM	128,2	121,1	124,7	128,3
CMCC-CMS	131,5	152,1	119,0	127,5
CNRM-CM5	157,2	157,1	110,5	121,3
GISS-E2-H	148,5	146,4	113,4	114,8
GISS-E2-H-CC	134,4	145,4	106,7	116,9

GISS-E2-R	138,8	142,9	107,2	95,4
GISS-E2-R-CC	143,3	140,2	110,7	99,8
HadGEM2-AO	120,3	117,4	103,2	113,3
HadGEM2-CC	129,8	125,0	130,1	129,4
HadGEM2-ES	119,1	138,2	115,4	116,4
inmcm4	157,3	146,3	99,4	114,5
IPSL-CM5A-LR	133,5	152,0	107,6	111,6
IPSL-CM5A-MR	136,7	121,8	113,6	115,7
IPSL-CM5B-LR	153,2	159,1	108,4	118,1
MIROC5	160,6	156,6	102,8	120,5
MIROC-ESM	165,4	175,6	159,6	174,0
MPI-ESM-LR	148,7	136,2	101,6	96,9
MPI-ESM-MR	146,7	153,7	102,1	101,3
MRI-CGCM3	120,0	136,2	109,4	100,6
NorESM1-M	140,0	144,5	113,4	114,4
NorESM1-ME	144,5	140,6	119,0	125,3
ŚREDNIA:	141,4	142,8	112,8	116,9
ZMIANA (%):	5,5	6,6	13,8	18,0
5.00%	120.045	121.205	101.615	97.335
95.00%	160.21	158.8	129.29	129.235
<b>RCP 6.0</b>	<b>2036-2065 IX-XI</b>	<b>2071-2100 IX-XI</b>	<b>2036-2065 XII-II</b>	<b>2071-2100 XII-II</b>
CCSM4	145,2	151,7	106,2	110,2
GISS-E2-H	138,5	145,2	100,3	121,2
GISS-E2-R	161,1	147,1	116,7	102,5
HadGEM2-AO	120,0	130,4	104,8	100,0
HadGEM2-ES	138,9	119,8	119,5	115,4
IPSL-CM5A-LR	141,3	135,4	113,6	123,3
IPSL-CM5A-MR	123,2	133,0	113,0	124,6
MIROC5	160,6	181,9	109,0	119,4
MIROC-ESM	158,3	170,6	162,3	170,0
MRI-CGCM3	126,8	131,7	113,7	113,4
NorESM1-M	135,6	129,3	113,9	131,4
NorESM1-ME	137,3	127,1	119,5	121,4
ŚREDNIA:	140,6	141,9	116,0	121,1
ZMIANA (%):	4,9	5,9	17,1	22,2
5.00%	121.76	123.815	102.775	101.375
95.00%	160.825	175.685	138.76	148.77
<b>RCP 8.5</b>	<b>2036-2065 IX-XI</b>	<b>2071-2100 IX-XI</b>	<b>2036-2065 XII-II</b>	<b>2071-2100 XII-II</b>
ACCESS1-0	132,2	125,1	111,9	129,5
ACCESS1-3	139,5	137,1	129,6	142,1
CCSM4	170,6	150,0	115,4	130,5
CMCC-CESM	145,8	185,1	148,7	185,7
CMCC-CM	133,9	133,6	123,2	136,4
CMCC-CMS	140,6	145,6	114,2	142,9
CNRM-CM5	169,3	171,9	120,0	131,9
GISS-E2-H	154,4	158,5	99,6	119,0
GISS-E2-H-CC	133,8	144,9	107,8	112,2
GISS-E2-R	148,5	140,0	111,6	106,2
GISS-E2-R-CC	147,9	136,4	107,8	109,4
HadGEM2-AO	114,6	125,8	106,0	117,9
HadGEM2-CC	125,9	117,6	121,0	144,0
HadGEM2-ES	121,4	121,6	120,2	141,6
inmcm4	146,0	153,5	99,6	130,9
IPSL-CM5A-LR	150,4	144,3	108,8	118,4
IPSL-CM5A-MR	119,4	145,3	130,7	134,5
IPSL-CM5B-LR	150,0	162,1	114,1	130,9

MIROC5	157,1	173,5	119,5	129,7
MIROC-ESM	167,7	182,5	163,9	195,1
MPI-ESM-LR	129,8	123,4	107,0	118,0
MPI-ESM-MR	125,8	150,6	129,2	133,1
MRI-CGCM3	133,9	128,8	102,7	135,0
MRI-ESM1	142,7	146,8	97,0	111,7
NorESM1-M	140,5	151,3	114,8	128,9
NorESM1-ME	136,2	150,1	126,1	135,6
ŚREDNIA:	141,5	146,4	117,3	132,7
ZMIANA (%):	5,6	9,3	18,4	33,9
5.00%	119.9	122.05	99.6	109.975
95.00%	168.9	180.25	144.2	175.275

Tabela 4. Modele zmiany opadu w okresie letnim wg scenariuszy RCP 4.5, 6.0 i 8.5. Wartości 9% i 95% oznaczają odpowiednie percentyl.

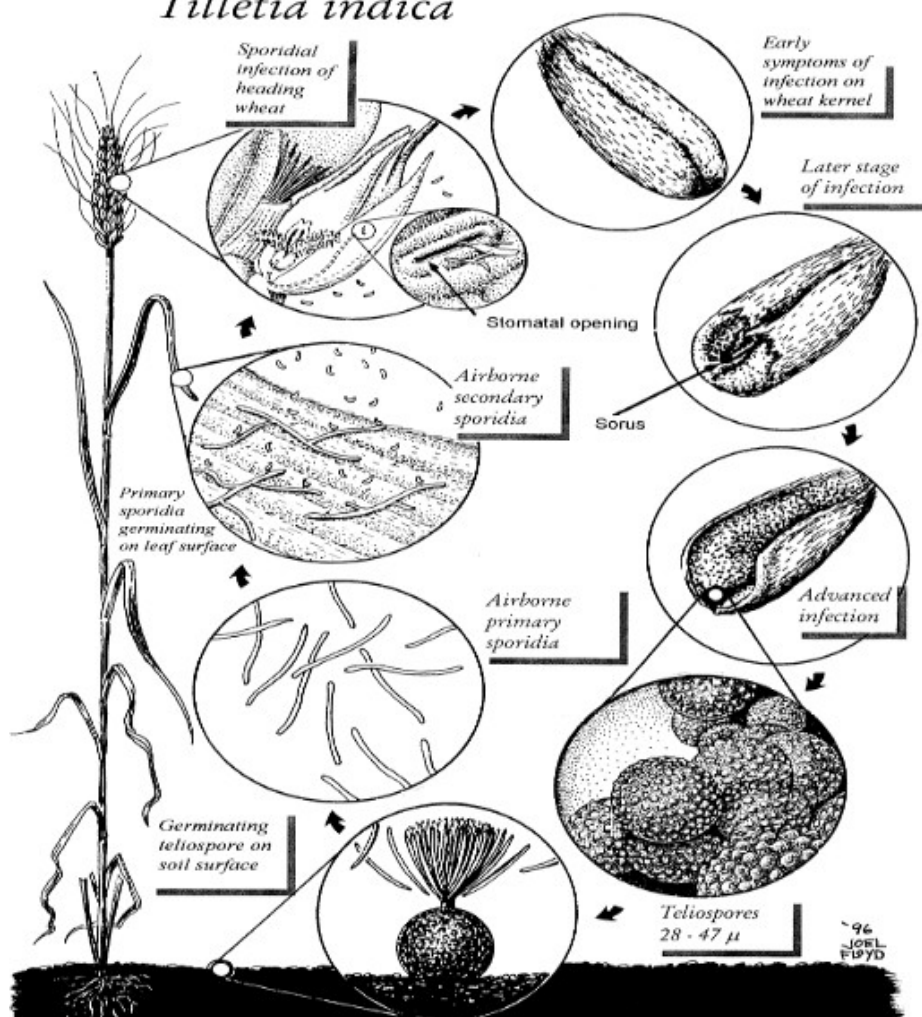
<b>RCP 4.5</b>	<b>2036-2065 III-V</b>	<b>2071-2100 III-V</b>	<b>2036-2065 VI-VIII</b>	<b>2071-2100 VI-VIII</b>
ACCESS1-0	146,2	152,3	186.7	159.9
ACCESS1-3	154,0	157,1	172.1	174.4
CCSM4	116,9	127,8	193.9	187.7
CMCC-CM	127,9	127,2	199.1	195.3
CMCC-CMS	135,7	159,2	214.3	216
CNRM-CM5	141,7	160,1	239.4	235.2
GISS-E2-H	113,5	113,1	225.9	212.3
GISS-E2-H-CC	130,5	146,8	223.7	202.3
GISS-E2-R	141,2	134,1	234.1	222.2
GISS-E2-R-CC	125,7	132,3	209.3	241.1
HadGEM2-AO	122,9	135,2	141	140.5
HadGEM2-CC	159,1	147,0	158.3	173
HadGEM2-ES	135,9	146,2	160.9	162.6
inmcm4	100,4	109,8	204	184.1
IPSL-CM5A-LR	129,9	131,9	247.4	237
IPSL-CM5A-MR	126,2	127,6	208.2	206.6
IPSL-CM5B-LR	114,3	129,0	232.5	226
MIROC5	134,8	150,5	237.8	225.8
MIROC-ESM	147,4	154,1	256.5	236.9
MPI-ESM-LR	145,9	140,0	182.8	171.3
MPI-ESM-MR	120,8	128,4	172.8	181.1
MRI-CGCM3	116,0	123,6	223.2	231.3
NorESM1-M	120,9	127,8	195.4	190.7
NorESM1-ME	140,1	135,2	208.7	188.4
ŚREDNIA:	131,2	137,3	205.3	200.1
ZMIANA (%):	9,0	14,0	-1.1	-3.6
5.00%	113.62	114.675	158.69	160.305
95.00%	153.01	158.885	246.2	236.985
<b>RCP 6.0</b>	<b>2036-2065 III-V</b>	<b>2071-2100 III-V</b>	<b>2036-2065 VI-VIII</b>	<b>2071-2100 VI-VIII</b>
CCSM4	135,1	126,9	199,1	210,6
GISS-E2-H	101,7	105,9	208,5	208,6
GISS-E2-R	136,1	143,2	212,3	224,0
HadGEM2-AO	134,6	124,3	158,1	124,0
HadGEM2-ES	132,3	135,7	177,9	159,7
IPSL-CM5A-LR	132,3	129,9	231,4	239,7
IPSL-CM5A-MR	120,2	116,9	230,0	191,5
MIROC5	141,4	145,4	217,8	236,3
MIROC-ESM	154,5	159,9	264,9	265,0
MRI-CGCM3	107,8	122,4	237,3	240,3
NorESM1-M	129,6	125,3	202,5	201,5
NorESM1-ME	128,7	126,1	204,4	193,4

<i>ŚREDNIA:</i>	129,5	130,2	212,0	207,9
<i>ZMIANA (%)</i> :	7,6	8,1	2,1	0,1
<i>5.00%</i>	105.055	111.95	168.99	143.635
<i>95.00%</i>	147.295	151.925	249.72	251.415
<b>RCP 8.5</b>	<b>2036-2065 III-V</b>	<b>2071-2100 III-V</b>	<b>2036-2065 VI-VIII</b>	<b>2071-2100 VI-VIII</b>
ACCESS1-0	152,4	139,4	152,2	133,6
ACCESS1-3	145,4	176,8	160,9	151,8
CCSM4	123,2	133,4	197,0	176,6
CMCC-CESM	165,4	169,6	230,6	228,9
CMCC-CM	148,0	130,3	208,4	181,8
CMCC-CMS	150,3	161,7	211,2	188,4
CNRM-CM5	158,5	171,7	241,1	246,8
GISS-E2-H	124,4	117,7	203,8	206,6
GISS-E2-H-CC	145,9	133,5	250,2	215,3
GISS-E2-R	146,0	138,4	253,7	220,3
GISS-E2-R-CC	128,6	132,0	226,1	216,9
HadGEM2-AO	122,0	128,3	134,0	93,9
HadGEM2-CC	144,6	175,4	158,0	133,5
HadGEM2-ES	137,4	142,3	156,1	132,4
inmcm4	119,9	117,3	177,2	163,0
IPSL-CM5A-LR	121,4	120,4	233,1	213,0
IPSL-CM5A-MR	126,8	136,3	194,8	175,2
IPSL-CM5B-LR	130,3	142,0	220,0	220,0
MIROC5	154,4	145,0	214,3	232,2
MIROC-ESM	148,2	178,3	263,4	264,2
MPI-ESM-LR	139,0	147,4	182,5	152,4
MPI-ESM-MR	150,1	151,0	182,2	151,0
MRI-CGCM3	125,9	152,5	229,5	246,9
MRI-ESM1	140,5	160,7	224,5	235,6
NorESM1-M	127,6	129,7	205,6	192,8
NorESM1-ME	131,7	147,7	213,4	204,5
<i>ŚREDNIA:</i>	138,8	145,3	204,8	191,4
<i>ZMIANA (%)</i> :	15,3	20,7	-1,3	-7,8
<i>5.00%</i>	121.55	118.375	153.175	132.675
<i>95.00%</i>	157.475	176.45	252.825	246.875



# Karnal Bunt Life Cycle

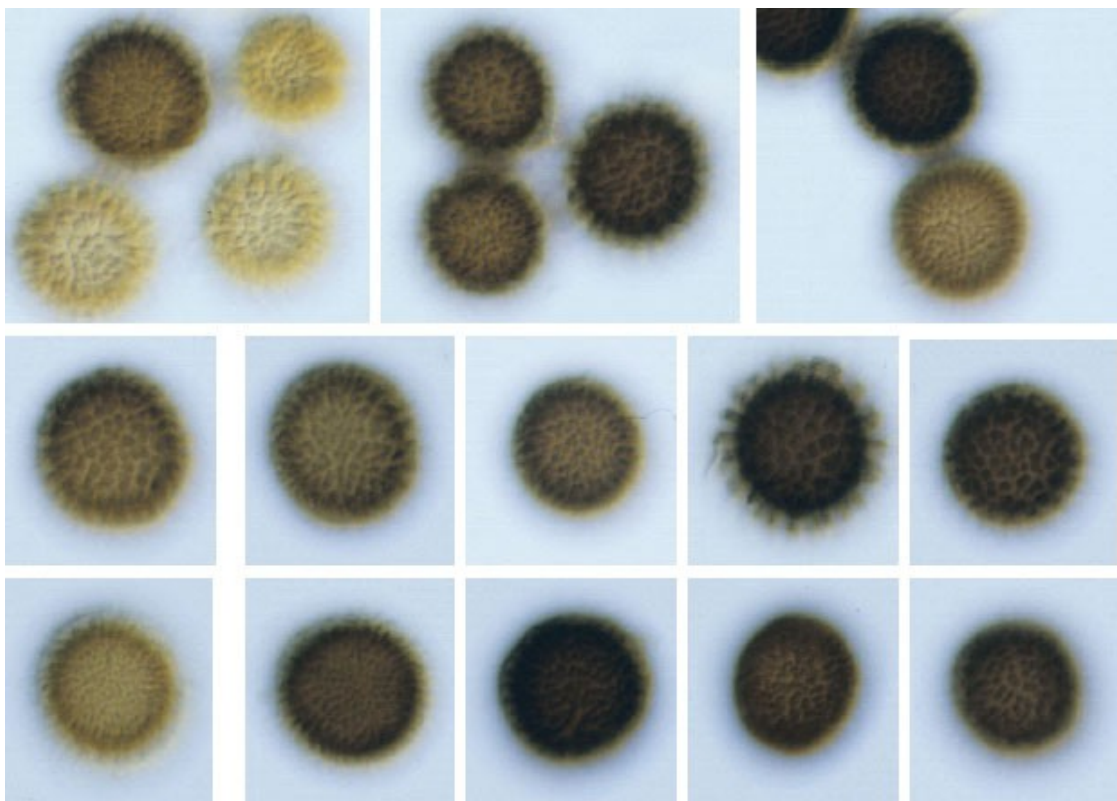
## *Tilletia indica*



Rycina 1. Cykl życiowy *Tilletia indica* (źródło: USDA Karnal Bunt Manual 2003).



Fot. 1. Ziarno porażone *T. indica* (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2338.2007.01158.x/epdf>)



Fot. 2 . Teliospory *T. indica* (źródło: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2338.2007.01158.x/epdf>)