

Received: 23.11.2021 / Accepted: 03.02.2022

ARTYKUŁ ORYGINALNY

Mykobiota porażonych organów niecierpka drobnokwiatowego (*Impatiens parviflora* DC.) w Wigierskim Parku Narodowym

Mycobiota of infected organs of small balsam (*Impatiens parviflora* DC.) seeds in Wigry National Park

Wojciech Pusz^{A*}, Katarzyna Patejuk^B, Agata Kaczmarek-Pieńczewska^C

Streszczenie

Od 2016 roku, na obszarze Wigierskiego Parku Narodowego prowadzony jest monitoring zdrowotności obcego i inwazyjnego niecierpka drobnokwiatowego *Impatiens parviflora* DC. Celem niniejszych badań była ocena składu gatunkowego mykobioty zasiedlającej porażone organy niecierpka drobnokwiatowego. Pobór organów roślinnych z objawami chorobowymi prowadzony był od momentu ukazania się siewek *I. parviflora* (maj) do końca sezonu wegetacyjnego (wrzesień) w 3–4-tygodniowych odstępach w latach 2017–2021 na 30 stanowiskach badawczych. W trakcie badań wyizolowano łącznie 920 izolatów grzybów strzępkowych: 704 z liści, 205 z pędów i 11 z liścieni, należących do 52 taksonów. Podczas badań zaobserwowano 7 symptomów chorobowych: 3 na łodygach, jeden na liścieniach, 3 na liściach, a także uszkodzenia spowodowane żerowaniem jeleniowatych. Największym udziałem w przypadku większości objawów chorobowych charakteryzował się gatunek *Alternaria alternata*, który stanowił od 4 do 81% wszystkich wyosobnionych grzybów.

Słowa kluczowe: mykobiota, grzyby zasiedlające liście, rośliny inwazyjne, Wigry

Abstract

Health status monitoring of alien and invasive plant, small balsam (*Impatiens parviflora* DC.), has been carried out in the Wigry National Park for 5 years, since 2016. The aim of this study was to assess the species composition of the mycobiota inhabiting the infected organs of the *Impatiens*. Collection of plant organs with disease symptoms was carried out from the emergence of *I. parviflora* seedlings (May) until the end of the growing season (September) at 3–4 week intervals in the years 2017–2021 at 30 research sites. During the research, a total of 920 colonies were isolated: 704 from leaves, 205 from shoots and 11 from cotyledons, belonging to 52 taxa. During the research, 7 symptoms of the disease were observed: 3 on the stems, one on the cotyledons, 3 on the leaves and also deer feeding damage. The species *Alternaria alternata* had the highest share in the majority of disease symptoms, accounting for 4 to 81% of all fungi isolated.

Key words: mycobiota, fungi inhabiting the leaves, invasive plants, Wigry

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Katedra Ochrony Roślin

pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław

*corresponding author: wojciech.pusz@upwr.edu.pl

ORCID: ^A0000-0003-1531-2739, ^B0000-0001-7236-8005, ^C0000-0002-1889-0537

Wstęp / Introduction

Inwazje organizmów na nowe tereny to jedno z największych wyzwań XXI wieku. Jak podaje Konwencja o Różnorodności Biologicznej (1992) gatunek inwazyjny to takson obcy, introdukowany na nowy obszar, który charakteryzuje się intensywnym tempem rozmnażania i szybko się rozprzestrzenia. Wypieranie rodzimych taksonów, straty ekonomiczne, a nawet zagrożenie dla ludzkiego zdrowia i życia, to tylko niektóre ze skutków ekspansji obcych, inwazyjnych gatunków. Pod koniec XX wieku ranga zjawiska inwazji urosła do stopnia, w którym zaczęto opisywać ją jako osobną dziedzinę nauki (Najberek i Solarz 2016). Jak podaje Hulme (2007) nawet do 80% taksonów obcych dotarło do Europy jako rośliny ozdobne, ze względu na swoje walory dekoracyjne. Ocenia się, że aż 5–20% spośród nich z czasem nabrało cech inwazyjności (Jeschke 2014). W Polsce obecnie 88 gatunków roślin wykazuje potencjał inwazyjności, z czego aż 35 gatunków zagraża bioróżnorodności w skali kraju. Ich niekontrolowane rozprzestrzenianie się na terenach seminaturalnych oraz naturalnych niejednokrotnie powoduje wypieranie rodzimej flory, zanikanie cennych przyrodniczo siedlisk (Tokarska-Guzik i wsp. 2012). Zjawisko inwazji jest jednak zjawiskiem dynamicznym, ulegającym zmianom w czasie. Ważnym czynnikiem decydującym o wygranej walce z obcymi taksonami są naturalne siły samoregulujące ekosystem. Po odpowiednio długim czasie może dojść do udomowienia obcych gatunków inwazyjnych i obniżenia ich negatywnego wpływu na lokalne środowiska. Według hipotezy uwolnienia od wrogów (ang. Enemy Release Hypothesis – ERH), sukces roślin inwazyjnych jest prawdopodobnie sumarycznym rezultatem cech samego gatunku obcego oraz nowego siedliska, w którym narażony jest na mniejszą presję ze strony lokalnych wrogów (Elton 1958; Maron i Vilà 2001; Keane i Crawley 2002; Blackburn i Ewen 2017). Ważną rolę w tym procesie odgrywają grzyby, szczególnie gatunki patogeniczne, mogące doprowadzić do procesu chorobowego rośliny obcej, a w konsekwencji zmniejszenia jej potencjału inwazyjnego. Jest to jeden z elementów udomawiania gatunków obcych, mogący być także wskaźnikiem stopnia tego procesu. Nowi żywiele stanowią mogą także zagrożenie fitosanitarne, będąc rezerwuarem patogenów atakujących natywne gatunki pokrewne, uprawne, a także jako potencjalny transfer dla patogenów niewystępujących dotąd w kraju (Strauss i wsp. 2012; Solarz i Najberek 2017).

Od kilku lat, na obszarze Wigierskiego Parku Narodowego, prowadzony jest monitoring zdrowotności obcego i inwazyjnego niecierpka drobnokwiatowego *Impatiens parviflora* DC., którego celem jest określenie wpływu, jaki wywiera rdza powodowana przez *Puccinia komarovii* var. *komarovii* Tranzschel na lokalną populację tej rośliny, a także możliwości wykorzystania tego grzyba do biologicznego ograniczenia niecierpka drobnokwiatowego (Pusz i wsp. 2020a).

Puccinia komarovii jest gatunkiem jednodomowym i pełnocyklowym (rząd Pucciniales), którego żywicielem jest niecierpek drobnokwiatowy (Majewski 1979). Początkowym objawem, widocznym na górnej stronie liścia są okrągłe przejaśnienia. Aby zarodniki mogły wykiełkować oraz dokonać infekcji gospodarza, niezbędny jest okres około 8-godzinnego zwilżenia liścia oraz temperatura 5–25°C (optimum 15°C). Na przełomie sierpnia i września porażone liście zamierają, a na ich dolnej stronie dostrzec można czarne punkty – telia z teliosporami, które zimują na martwych organach (Piskorz i Klimko 2007; Csiszár i Bartha 2008; Patejuk i Pusz 2018). W trakcie prowadzonych prac wykazano także występowanie innych objawów chorobowych na niecierpku drobnokwiatowym, tj. plamistości liścieni i liści, więdnienia, spęknięcia łodyg, a także żery jeleniowatych.

Celem niniejszych badań była ocena składu gatunkowego mykobioty zasiedlającej porażone organy niecierpka drobnokwiatowego w Wigierskim Parku Narodowym.

Materiały i metody / Materials and methods

Pobór organów roślinnych z objawami chorobowymi prowadzony był od momentu ukazania się siewek *I. parviflora* (maj) do końca sezonu wegetacyjnego (wrzesień) w 3–4-tygodniowych odstępach w latach 2017–2021 na 30 stanowiskach badawczych zlokalizowanych na terenie Wigierskiego Parku Narodowego. Fragmenty roślin wykazujących objawy chorobowe, ale bez możliwości oznaczenia gatunku grzyba na podstawie zarodnikowania, były pobrane do badań laboratoryjnych. Liście zostały podzielone na fragmenty, a następnie oplukane sterylną wodą. Inokula zostały wyłożone bezpośrednio na szalki Petriego z 2% zestaloną pożywką glukozowo-ziemniaczaną PDA (Potato Dextrose Agar). Wyrastające kolonie grzybów oznaczono do gatunku na podstawie cech morfologicznych (Pitt i Hocking 2009; Watanabe 2011).

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

W trakcie badań wyizolowano łącznie 920 izolatów grzybów: 704 z liści, 205 z pędów i 11 z liścieni, należących do 52 taksonów (tab. 1–3). Podczas badań zaobserwowano 8 symptomów chorobowych: 3 na łodygach, jeden na liścieniach, 3 na liściach i jeden spowodowany żerowaniem jeleniowatych. Największym udziałem w przypadku większości objawów chorobowych charakteryzował się gatunek *Alternaria alternata*, który stanowił od 4 do 81% wszystkich wyizolowanych grzybów. Takson ten jest tak zwanym „patogendem słabości”, zasiedlającym osłabione rośliny lub tkanki zajęte przez inne gatunki chorobotwórcze (Pusz 2009; Woudenberg i wsp. 2015). Znaczny, bo aż 81%

Tabela 1. Skład gatunkowy grzybów wyizolowanych z liści *Impatiens parviflora* z objawami chorobowymi w latach 2017–2021 [frekwencja występowania w % w obrębie symptomu i roku wystąpienia (liczba kolonii)]**Table 1.** The fungi isolated from leaves of *Impatiens parviflora* with disease symptoms in 2017–2021 [frequency in % (number of isolated colonies in brackets)]

Taksony Taxa	Mokra plamistość liści Water-soaked leaf lesions 2021	Plamistość liści Leaf spots					Zamieranie brzegowe liści Leaf's margins lesion 2021
		2017	2018	2019	2020	2021	
<i>Alternaria alternata</i>	28% (19)	–	37% (17)	56% (5)	81% (21)	30% (108)	60% (73)
<i>Alternaria tenuissima</i>	–	–	–	–	4% (1)	–	–
<i>Arthrinium arundinis</i>	–	–	–	–	–	0% (1)	–
<i>Botryosphaeria dothidea</i>	–	–	–	–	–	9% (43)	5% (6)
<i>Botrytis cinerea</i>	–	58% (31)	2% (1)	–	–	–	–
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	–	–	11% (5)	–	–	–	–
<i>Cladosporium herbarum</i>	–	–	4% (2)	–	–	1% (3)	–
<i>Cladosporium tenuissimum</i>	45% (30)	–	–	–	–	–	–
<i>Colletotrichum</i> sp.	3% (2)	–	–	–	–	7% (24)	–
<i>Colletotrichum truncatum</i>	–	–	–	–	–	1% (2)	–
<i>Colletotrichum utrechtense</i>	–	–	–	–	–	1% (3)	–
<i>Cylindrocarpon</i> sp.	–	–	–	–	4% (1)	–	–
<i>Diaporthe eres</i>	–	–	–	–	–	3% (10)	10% (12)
<i>Epicoccum nigrum</i>	–	–	–	–	–	1% (2)	2% (3)
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	–	–	2% (1)	–	–	–	–
<i>Fusarium acuminatum</i>	–	–	4% (2)	–	–	–	–
<i>Fusarium avenaceum</i>	–	–	–	–	–	0% (1)	–
<i>Fusarium equiseti</i>	–	4% (2)	–	–	–	–	–
<i>Fusarium graminearum</i>	–	–	–	–	–	0% (1)	3% (4)
<i>Fusarium sambucinum</i>	–	–	–	–	–	1% (2)	2% (2)
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	4% (3)	–	–	–	–	16% (56)	8% (10)
<i>Geotrichum candidum</i>	–	–	–	–	8% (2)	–	–
Kolonie białe niezarodnikujące White non-sporulating colonies	3% (2)	–	–	–	–	16% (56)	5% (6)
<i>Lentinus substrictus</i>	–	–	–	11% (1)	–	–	–
<i>Mucor fragilis</i>	3% (2)	–	–	–	–	1% (3)	2% (2)
<i>Mucor hiemalis</i>	–	–	–	–	–	3% (12)	–
<i>Oxyporus corticola</i>	–	–	–	–	–	0% (1)	–
<i>Paramyothecium roridum</i>	–	–	–	–	–	0% (1)	–
<i>Penicillium notatum</i>	–	–	24% (11)	–	–	–	–
<i>Penicillium</i> sp.	–	–	–	–	–	1% (3)	1% (1)
<i>Penicillium thomii</i>	–	–	–	11% (1)	–	–	–
<i>Phoma leveillei</i>	–	23% (12)	–	–	–	–	–
<i>Pseudopithomyces chartarum</i>	–	–	–	11% (1)	–	–	–
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	–	11% (6)	–	–	–	–	–
<i>Sydowia polyspora</i>	–	–	–	11% (1)	–	–	–
<i>Trichoderma harzianum</i>	13% (9)	–	–	–	4% (1)	10% (37)	2% (3)
<i>Trichoderma polysporum</i>	–	4% (2)	–	–	–	0% (1)	–
<i>Trichoderma viridescens</i>	–	–	15% (7)	–	–	–	–

Tabela 2. Skład gatunkowy grzybów wyizolowanych z łodyg *Impatiens parviflora* z objawami chorobowymi w latach 2017–2021 [frekwencja występowania w % w obrębie symptomu i roku wystąpienia (liczba kolonii)]

Table 2. The fungi isolated from stems of *Impatiens parviflora* with disease symptoms in 2017–2021 [frequency in % (number of isolated colonies in brackets)]

Taksony Taxa	Spękania pędów Stem chaps 2020	Więdnięcie roślin Plant's wilting 2020	Zamieranie łodygi Stem lesion 2019	Zamieranie łodygi Stem lesion 2021	Żer jeleniowatych na pędach Deer nibbling on stems 2020
<i>Alternaria alternata</i>	41% (11)	25% (6)	4% (1)	31% (28)	76% (28)
<i>Aureobasidium pullulans</i>	–	–	–	–	3% (1)
<i>Botrytis cinerea</i>	–	–	–	2% (2)	–
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	–	17% (4)	–	–	–
<i>Cladosporium herbarum</i>	–	–	–	1% (1)	3% (1)
<i>Colletotrichum fiorinae</i>	–	–	30% (8)	–	–
<i>Fusarium avenaceum</i>	–	–	–	23% (21)	–
<i>Fusarium sambucinum</i>	15% (4)	–	–	–	5% (2)
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	–	–	–	18% (16)	–
<i>Fusarium tricinctum</i>	–	–	52% (14)	–	–
<i>Geotrichum candidum</i>	–	8% (2)	–	–	–
Kolonie bakteryjne Bacterial colonies	–	21% (5)	–	–	5% (2)
Kolonie białe niezarodnikujące White non-sporulating colonies	4% (1)	8% (2)	–	–	3% (1)
<i>Mortierella</i> sp.	4% (1)	–	–	–	–
<i>Mucor hiemalis</i>	4% (1)	–	–	23% (21)	–
<i>Mucor</i> sp.	–	–	–	–	3% (1)
<i>Penicillium soppi</i>	–	13% (3)	–	–	–
<i>Phomopsis</i> spp.	–	–	15% (4)	–	–
<i>Phytophthora</i> sp.	–	4% (1)	–	–	–
<i>Rhizopus stolonifer</i>	4% (1)	–	–	–	–
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	–	–	–	–	3% (1)
<i>Trichoderma harzianum</i>	26% (7)	–	–	1% (1)	–
<i>Trichoderma viride</i>	4% (1)	4% (1)	–	–	–

Tabela 3. Skład gatunkowy grzybów wyizolowanych z liścieni *Impatiens parviflora* z objawami chorobowymi w roku 2020 [frekwencja występowania w % w obrębie symptomu i roku wystąpienia (liczba kolonii)]

Table 3. The fungi isolated from cotyledon of *Impatiens parviflora* with disease symptoms in 2020 [frequency in % (number of isolated colonies in brackets)]

Taksony Taxa	Plamistość liścieni Cotyledon spots 2020
<i>Alternaria alternata</i>	18% (2)
<i>Aureobasidium pullulans</i>	36% (4)
<i>Cladosporium herbarum</i>	9% (1)
<i>Cylindrocarpon</i> sp.	9% (1)
<i>Diplodia</i> sp.	9% (1)
<i>Neocurbitaria cava</i>	9% (1)
<i>Paecilomyces</i> sp.	9% (1)

udział tego gatunku w łącznej sumie grzybów wyizolowanych z plamistości liści niecierpka w 2020 roku, wskazywać może z dużym prawdopodobieństwem na jego priorytetowy udział w postępującej infekcji. Sam obraz symptomów chorobowych, w postaci suchych, koncentrycznych plam jest typowy dla infekcji wywołanej przez *A. alternata*. Podobne objawy obserwowano w 2019 roku, kiedy to *A. alternata* stanowił 56% wyizolowanych kolonii z plamistości liści niecierpka drobnokwiatowego. Jest to pierwsze stwierdzenie alternariozy na niecierpku drobnokwiatowym w Europie. Wskazywać to może na powolne zdomowienie tego gatunku i przystosowanie się natywnych patogenów do nowego żywiciela. Z tym gatunkiem patogenu związany jest również proces zasiedlania tkanek niecierpka uszkodzonych żerowaniem jeleniowatych, zaobserwowany w 2020 roku (Pusz i wsp. 2020b). Postępująca nekroza pędów i czernienie pędów są najprawdopodobniej wynikiem zasiedlenia ich

przez *A. alternata*, który stanowił 76% wszystkich wyizolowanych taksonów. Grzyb ten najprawdopodobniej doprowadził do zamierania uszkodzonych tkanek.

Gatunek ten nie jest jedynym natywnym dla Polski gatunkiem grzyba patogenicznego, który uczestniczy w powstawaniu plamistości liści niecierpka. W 2017 roku zaobserwowano znaczny udział *Botrytis cinerea* (58% wszystkich wyizolowanych kolonii) w obrębie plamistości liści, który prawdopodobnie wywołał pojaw objawów chorobowych. Patogen ten pojawił się jednak w takiej ilości tylko w 2017 roku, co prawdopodobnie wywołane mogło być obfitymi, długo utrzymującymi się opadami deszczu, idealnymi dla rozwoju tego patogenu (Marcinkowska 2012; Dane publiczne IMGW 2021). Interesującym jest także pojaw *Colletotrichum* sp. w obrębie plamistości liści, który w 2021 roku stanowił 7% wszystkich wyizolowanych kolonii, jednak jego liczba wahała się pomiędzy poszczególnymi stanowiskami. Na dwóch z nich takson ten stanowił 10% i 22% wszystkich kolonii w analizie mykologicznej plamistości liści, co może sugerować, że jest to gatunek biorący udział w rozwoju symptomów chorobowych. Badania genetyczne, w oparciu o fragment ITS, nie pozwoliły jednoznacznie określić przynależności genetycznej tego taksonu. Izolat ten wymaga poszerzenia analiz genetycznych w celu ustalenia jego tożsamości oraz potwierdzenia jego patogeniczności, znajdując na to potwierdzenie zgodnie z regułami Kocha.

Obserwacje w 2021 roku pozwoliły na określenie jeszcze jednego nowego czynnika sprawczego, który dotychczas nie był obserwowany w obrębie plamistości liści niecierpka drobnokwiatowego. Był to grzyb *Cladosporium tenuissimum* powodujący mokre plamistości na liściach niecierpka w sierpniu. Na jednym ze stanowisk stanowił on 100% wszystkich wyizolowanych kolonii na powierzchni, co daje silne podstawy do wnioskowania, że jest on bezpośrednim czynnikiem powodującym powstawanie zmian chorobowych na *I. parviflora*. Jego patogeniczna natura była dotychczas stwierdzana m.in. na truskawce, na której powodował zamieranie kwiatów (Santos i wsp. 2020) oraz na rączniku pospolitym (Liu i wsp. 2019). Warto jednak zaznaczyć, że jego obecność ograniczona jest zazwyczaj do krajów ciepłych, tropikalnych (Bensch i wsp. 2018, 2021). W Polsce stwierdzony był jak dotąd jedynie raz przez Ruskiewicz-Michalską w 2006 roku na *Allium oleraceum*, *Hedera helix*, *Oxalis acetosella* oraz *Rubus* sp. (Mułenko i wsp. 2008). Dotychczas nie był on stwierdzany z *Impatiens* spp. Jest to bardzo cenna notyfikacja, która wymaga dalszych badań potwierdzających, że to ten gatunek powoduje powstawanie plamistości na *I. parviflora*. W przypadku potwierdzenia tej zależności warto zastanowić się nad potencjalnym wpływem tego grzyba na uprawy ozdobne niecierpków oraz na nasz natywny takson – *Impatiens noli-tangere*. Podążając za teorią nowej broni biologicznej (Schmid-Hempel 2011; Solarz i Najberek 2017), według której rośliny inwazyjne lepiej radzą sobie z patogenami niż rośliny natywne i sta-

nowią miejsca namnażania się inokulum zagrażającemu taksonom rodzimym, jego infekcyjność na rodzimym *Impatiens* powinna być większa niż na gatunku inwazyjnym. Ponadto, każdy patogen przełamujący odporność obcej rośliny inwazyjnej, świadczy o stopniu jego udomowienia na nowym terenie i kształtującym się oporze środowiska, co jest niezbędne do estymacji zagrożenia i monitoringu roślin inwazyjnych. Odkryty na niecierpku *C. tenuissimum*, sprawca mokrej plamistości liści, posądzany jest jednak jeszcze o jedną ważną cechę, która stanowi klucz do zrozumienia relacji niecierpek drobnokwiatowy – rdza *P. komarovii* var. *komarovii*. Jak podają niektóre źródła, może być on mykopasożytem występującym na zarodnikach rdzy (Assante i wsp. 2004; Bensch i wsp. 2021). Być może zatem, *I. parviflora* osiągnął już tak wysoki poziom udomowienia, że doszło do pojawienia się nadpasożytów na jego pasożytach. Hipoteza ta wymaga jednak dalszych badań.

Dwukrotnie – w 2019 i 2021 roku – zaobserwowano zamieranie łodygi niecierpka drobnokwiatowego. W obu przypadkach znacznym udziałem wyróżniały się grzyby rodzaju *Fusarium* spp.: w 2019 r. *Fusarium tricinctum* stanowiło 52% kolonii, a w 2021 r. *Fusarium sporotrichioides* i *Fusarium avenaceum* sumarycznie stanowiło 41% wszystkich wyizolowanych kolonii. Także na spękaniach pędów jednym z subdominantów był gatunek *Fusarium sambucinum*, stanowiący 15% wszystkich wyizolowanych kolonii. Udział tej grupy grzybów powodującej zamierania obcych roślin inwazyjnych jest obserwowany na różnych roślinach nienatywnych (Demirci i Maden 2006; Zhao i wsp. 2020; Patejuk i wsp. 2021). W oparciu o powyższe badania i obserwacje własne nasuwa się hipoteza zakładająca, że rośliny obce mogą wspierać rozwój niewyspecjalizowanych, ubikwistycznych patogenów o szerokim zakresie żywicieli, jak np. wiele gatunków grzybów z rodzaju *Fusarium* sp., czy *Botrytis cinerea*. Na podstawie przeprowadzonych badań można wywnioskować, że lokalne, polifagiczne szczepy *Fusarium* infekują obce rośliny inwazyjne, powodując na nich plamistości i zamierania pędów. Wyniki te budzą jednak kolejne pytania, m.in. jaką rolę grzyby rodzaju *Fusarium* odgrywają w procesie udomawiania się roślin inwazyjnych? Mogą one być bowiem jednymi z pierwszych patogenów, które atakują gatunki obce na nowych terenach, a tym samym przełamują opór środowiska.

W świetle tych faktów, długofalowy monitoring kondycji obcych roślin inwazyjnych niezbędny jest ze względów fitosanitarnych oraz jako bioindykator rozwoju inwazji na nowych terenach. Podążając bowiem za hipotezą uwolnienia się od wrogów (ERH), w celu określenia poziomu zadowolenia gatunku obcego, istotne jest oszacowanie liczby patogenów zasiedlających tkanki nowego organizmu. Przyszłe przebywający dłużej na nowym terenie, powinni być zasiedleni przez większą liczbę gatunków grzybów, przede wszystkim patogenicznych, poszukujących nowych żywicieli (według założeń hipotezy ucieczki od wroga – ERH)

(Gruntman i wsp. 2017). Temat patogenów zasiedlających tkanki roślin inwazyjnych jest jednak szeroki, wielowątkowy i wymaga szerokiej perspektywy (fitopatologicznej, botanicznej, ekologicznej i ekonomicznej), aby w pełni go zrozumieć. Obserwacja przystosowywania się roślin do nowego środowiska, ale również środowiska do nowych jego komponentów, daje nam możliwość podejrzenia powolnej ewolucji obu składników, ze wszystkimi konsekwencjami, jakie niosą ze sobą zmiany. Z punktu widzenia ochrony przyrody przewaga negatywnych skutków introdukcji inwazyjnych roślin obcego pochodzenia jest bezsporna. Środowisko naukowe, a także aktywiści i edukatorzy, od lat podejmują akcje umożliwiające kontrolę inwazyjnych gatunków obcych. Konsekwencją tego może być globalna unifikacja ekosystemów i zanik niezliczonej liczby cennych, unikatowych taksonów, które nie przegrywają konkurencji z gatunkami obcymi, które na przykład, uwalniając się skuteczniej od naturalnych wrogów mogą inwestować w rozmnażanie się. Pod kątem naukowym to również niebywale ciekawe pole do obserwacji, które na każdym kroku oferuje nieodkryte dotychczas wątki. Monitoring fitosanitarny roślin inwazyjnych to nie tylko możliwość przewidzenia pojawu nowych czynników zagrażających natywnym taksonom, w tym gatunkom o wysokim ekonomicznym znaczeniu, ale także ważne i ciekawe pole doświadczalne dla ludzi nauki, które wciąż pozostawia wiele do odkrycia.

Kolejnym argumentem przemawiającym za faktem dalszego prowadzenia obserwacji zdrowotności niecierpka drobnokwiatowego są doniesienia opisujące nowe przypadki chorobowe występujące na tej roślinie. Niedaleko Moskwy na liściach *I. parviflora* stwierdzono występowanie mączniaka rzekomego powodowanego przez *Plasmopara*

obducens. Patogen ten w warunkach panującej wyższej wilgotności może spowodować znaczny ubytek zielonej masy (Blagoveshchenskaya 2017). W 2016 roku stwierdzono również nowy gatunek grzyba patogenicznego dla nauki, występującego na *I. parviflora* – *Didymella michaelii* (Bedlan 2016) – powodującego plamistość liści, który dotychczas nie był notowany w naszym kraju. Ponadto, monitoring roślin inwazyjnych pozwala na rewizje potencjalnych żywicieli gatunków patogenicznych występujących lokalnie (Patejuk i wsp. 2021) oraz wzięcie ich pod uwagę jako potencjalne miejsca namnażania się patogenów roślin w środowisku. Ma to znaczenie także w rolnictwie i ogrodnictwie ze względu na wpływ, jaki patogeny bytujące na roślinach inwazyjnych mogą wywierać na uprawy będące z nimi spokrewnione i dzielące ze sobą patogeny chorobotwórcze.

Wnioski / Conclusions

Powyższe badania wskazują, że wyizolowane z porażonych organów niecierpka drobnokwiatowego grzyby mogą wpływać na jego kondycję, a tym samym dalsze rozprzestrzenianie się tej rośliny.

Finansowanie / Funding

Badania sfinansowano ze środków funduszu leśnego Państwowego Gospodarstwa Leśnego „Lasy Państwowe” przekazanych Wigierskiemu Parkowi Narodowemu w 2021 roku zgodnie z numerem umowy EZ.0290.1.21.2021.

Literatura / References

- Assante G., Maffi D., Saracci M., Farina G., Moricca S., Ragazzi A. 2004. Histological studies on the mycoparasitism of *Cladosporium tenuissimum* on urediniospores of *Uromyces appendiculatus*. *Mycological Research* 108 (2): 170–182. DOI: 10.1017/S0953756203008852
- Bedlan G. 2016. *Didymella michaelii* sp. nov., a new pathogen on *Impatiens parviflora* DC. *Journal für Kulturpflanzen* 68 (7): 208–210.
- Bensch K., Braun U., Groenewald J.Z., Crous P.W. 2012. The genus *Cladosporium*. *Studies in Mycology* 72 (1): 1–401. DOI: 10.3114/sim0003
- Bensch K., Groenewald J.Z., Meijer M., Dijksterhuis J., Jurjević Ž., Andersen B., Houbraken J., Crous P.W., Samson R.A. 2018. *Cladosporium* species in indoor environments. *Studies in Mycology* 89: 177–301. DOI: 10.1016/j.simyco.2018.03.002
- Blackburn T.M., Ewen J.G. 2017. Parasites as drivers and passengers of human-mediated biological invasions. *EcoHealth* 14: 61–73. DOI: 10.1007/s10393-015-1092-6
- Blagoveshchenskaya E.Y. 2017. Invasive plant's fungal affection: the case of *Impatiens parviflora*. *Moscow University Biological Sciences Bulletin* 122 (2): 78–83.
- Csiszár A., Bartha D. 2008. Small balsam (*Impatiens parviflora* DC.). s. 139–149. W: *The Most Important Invasive Plants in Hungary* (Z. Botta-Dukát, L. Balogh, red.). Institute of Ecology and Botany of the Hungarian Academy of Sciences, Vácrátót, 255 ss. ISBN 978-963-839-14-21.
- Dane publiczne Instytutu Melioracji i Gospodarki Wodnej 2021. <https://danepubliczne.imgw.pl/> [dostęp: 19.11.2021].
- Demirci F., Maden S. 2006. A severe dieback of box elder (*Acer negundo*) caused by *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. in Turkey. *Australasian Plant Disease Notes* 1 (1): 13–15. DOI: 10.1071/DN06007
- Elton C.S. 1958. *The ecology of invasions by animals and plants*. London, Methuen, 181 ss. ISBN 978-148-997-21-49.
- Gruntman M., Segev U., Glauser G., Tielbörger K. 2017. Evolution of plant defences along an invasion chronosequence: defence is lost due to enemy release – but not forever. *Journal of Ecology* 105 (1): 255–264. DOI: 10.1111/1365-2745.12660

- Hulme P.E. 2007. Biological invasions in Europe: drivers, pressures, states, impacts and responses. s. 56–80. W: Biodiversity Under Threat (R. Hester, R.M. Harrison, red.). The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 271 ss. ISBN 978-0-85404-251-7.
- Jeschke J.M. 2014. General hypotheses in invasion ecology. *Diversity and Distributions* 20 (11): 1229–1234. DOI: 10.1111/ddi.12258
- Keane R.M., Crawley M.J. 2002. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology & Evolution* 17 (4): 164–170. DOI: 10.1016/S0169-5347(02)02499-0
- Konwencja o różnorodności biologicznej, sporządzona w Rio de Janeiro dnia 5 czerwca 1992 r. Dz.U. 2002 nr 184, poz. 1532.
- Liu Y.L., Yin X.G., Lu J.N., Li Y., Zhou Y.H. 2019. First report of castor leaf spot caused by *Cladosporium tenuissimum* in Zhanjiang, China. *Plant Disease* 103 (2): 375. DOI: 10.1094/PDIS-08-18-1382-PDN
- Majewski T. 1979. Rdzawnikowe (Uredinales) II, podstawczaki (Basidiomycetes). W: Flora Polska, Grzyby (Mycota) 11 (J. Kochman, A. Skirgiełło, red.). Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa-Kraków.
- Marcinkowska J. 2012. Oznaczanie rodzajów grzybów *sensu lato* ważnych w fitopatologii. Powszechnie Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 508 ss. ISBN 978-83-09-01048-7.
- Maron J.L., Vilà M. 2001. When do herbivores affect plant invasion? Evidence for the natural enemies and biotic resistance hypotheses. *Oikos* 95 (3): 361–373. DOI: 10.1034/j.1600-0706.2001.950301.x
- Mułenko W., Majewski T., Ruskiewicz-Michalska M. 2008. A preliminary checklist of micromycetes in Poland. Wstępna lista grzybów mikroskopijnych Polski. Polska Akademia Nauk, Instytut Botaniki im. Władysława Szafera, Kraków, 752 ss. ISBN 978-83-89-64875-4.
- Najberek K., Solarz W. 2016. Gatunki obce. Przyczyny inwazyjnych zachowań i sposoby zwalczania. *Kosmos Problemy Nauk Biologicznych* 65 (1): 81–91.
- Patejuk K., Baturó-Cieśniewska A., Najberek K., Pusz W. 2021. First report of *Fusarium lateritium* causing shoots dieback of *Acer negundo* in Europe. *Plant Disease*. DOI: 10.1094/PDIS-06-21-1294-PDN
- Patejuk K., Pusz W. 2018. Występowanie *Puccinia komarovii* Tranzschel w wybranych lokalizacjach Wigierskiego Parku Narodowego. [The occurrence of *Puccinia komarovii* Tranzschel in selected locations of Wigry National Park]. *Przegląd Przyrodniczy* 29 (1): 96–100.
- Piskorz R., Klimko M. 2007. Współwystępowanie niecierpka drobnokwiatowego *Impatiens parviflora* DC. i wybranych roślin lasu dębowo-grabowego w Wielkopolskim Parku Narodowym. [The co-occurrence of *Impatiens parviflora* and selected plant species in the oak-hornbeam forest of the Wielkopolski National Park]. *Sylvan* 151 (2): 43–58.
- Pitt J.I., Hocking A.D. 2009. *Fungi and Food Spoilage*. Third Edition. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 519 ss. ISBN 978-0-387-92206-5. e-ISBN 978-0-387-92207-2. DOI: 10.1007/978-0-387-92207-2
- Pusz W. 2009. Fungi from seeds of *Amaranthus* spp. *Phytopathologia* 54: 15–21.
- Pusz W., Patejuk K., Kaczmarek A. 2020a. Grzyby zasiedlające nasiona niecierpka drobnokwiatowego (*Impatiens parviflora* DC.) w Wigierskim Parku Narodowym. [Fungi colonizing of small balsam seeds (*Impatiens parviflora* DC.) seeds in Wigry National Park]. *Progress in Plant Protection* 60 (1): 33–40. DOI: 10.14199/ppp-2020-005
- Pusz W., Patejuk K., Kaczmarek-Pieńczewska A., Romański M. 2020b. Przyczynek do poznania zjawiska zgrzyzania niecierpka drobnokwiatowego (*Impatiens parviflora* DC.) przez jelenia europejskiego (*Cervus elaphus elaphus* L.) w Wigierskim Parku Narodowym. *Acta Scientiarum Polonorum Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria* 19 (4): 217–224. DOI: 10.17306/J.AFW.2020.4.23
- Santos A., Rocha Sobrinho G.G., Mesquita N.L.S., Novaes Q.S., de Oliveira R.J.V., Luz E.D.M.N., Bezerra J.L. 2020. First report of *Cladosporium tenuissimum* causing blossom blight on strawberry in the Brazil. *Plant Disease* 104 (9): 2519. DOI: 10.1094/PDIS-11-19-2499-PDN
- Schmid-Hempel P. 2011. *Evolutionary Parasitology: The Integrated Study of Infections, Immunology, Ecology, and Genetics*. Oxford: Oxford University Press. ISBN 978-019-922-94-82. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199229482.001.0001
- Solarz W., Najberek K. 2017. Alien parasites may survive even if their original hosts do not. *EcoHealth* 14: 3–4. DOI: 10.1007/s10393-016-1128-6
- Strauss A., White A., Boots M. 2012. Invading with biological weapons: the importance of disease-mediated invasions. *Functional Ecology* 26 (6): 1249–1261. DOI: 10.1111/1365-2435.12011
- Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zajac M., Zajac A., Urbisz A., Danielewicz W., Hołdyński C. 2012. Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa, 197 ss. ISBN 978-83-62940-34-9.
- Watanabe T. 2011. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*. Third Edition. CRC Press, Washington, 426 ss. ISBN 978-143-980-41-93.
- Woudenberg J.H.C., Seidl M.F., Groenewald J.Z., de Vries M., Stielow J.B., Thomma B.P.H.J., Crous P.W. 2015. *Alternaria* section *Alternaria*: Species, *formae speciales* or pathotypes? *Studies in Mycology* 82: 1–21. DOI: 10.1016/j.simyco.2015.07.001
- Zhao X., Li H., Zhou L., Chen F., Chen F. 2020. Wilt of *Acer negundo* L. caused by *Fusarium nirenbergiae* in China. *Journal of Forestry Research* 31 (5): 2013–2022. DOI: 10.1007/s11676-019-00996-9