

## ODDZIAŁYWANIE NATURALNYCH OLEJKÓW ETERYCZNYCH NA WZROST *PHYTOPHTHORA SPP.* – PATOGENÓW WYIZOLOWANYCH Z SADZONEK PELARGONII

Marcelina Machura<sup>1</sup>, Halina Kurzawińska<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Biotechnologii i Ogrodnictwa, Katedra Ochrony Roślin, Al. 29 Listopada 54, 31-425 Kraków, e-mail: marcelinamachura@wp.pl

### STRESZCZENIE

Rośliny ozdobne odgrywają ważną rolę w życiu człowieka, pozytywnie wpływają na psychikę i poprawiają samopoczucie przebywających w ich otoczeniu ludzi. Rośliny produkują tlen, stanowią barierę dla kurzu i hałasu, obniżają temperaturę i zwiększają wilgotność powietrza, przez co pozytywnie oddziałują na mikroklimat. Niezmienna atrakcyjność pelargonii, łatwość w uprawie i pielęgnacji, obfitość kwitnienia od wiosny aż do późnej jesieni i jej walory dekoracyjne sprawiają, że znajduje ona wszechstronne zastosowanie. Celem badań było określenie składu gatunkowego zasiedlającego chore sadzonki pelargonii, identyfikacja wyisobnionych izolatów grzybowych i organizmów grzybopodobnych, zbadanie chorobotwórczości wybranych izolatów oraz ocena w warunkach *in vitro* wpływu wybranych olejków (kminkowy, cytrynowy, mandarynkowy i z drzewa herbacianego) na wzrost liniowy grzybni: *Phytophthora cryptogea* i *Ph. nicotianae* var. *nicotianae*. Jako standardowy preparat chemiczny zastosowano Previcur Energy 840 SL. Spośród wyizolowanych mikroorganizmów zasiedlających chore rośliny pelargonii najczęściej występowały gatunki rodzajów: *Phytophthora*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Cylindrocladium*, *Alternaria* i *Cylindrocarpon*. Najwyższą skutecznością w stosunku do *Ph. cryptogea* *Ph. nicotianae* var. *nicotianae* charakteryzował się olejek cytrynowy (stężenie 0,1%, 1%) oraz olejek kminkowy zastosowany w stężeniu 1%.

**Słowa kluczowe:** olejki eteryczne; pelargonie; *Phytophthora spp.*

### THE INFLUENCE OF NATURAL ESSENTIAL OILS ON THE GROWTH OF PHYTOPHTHORA SPP. ISOLATED FROM PELARGONIUM CUTTINGS

#### ABSTRACT

Ornamental plants play an important role in human life. Plants positively influence the psyche and improve the well-being of people around them. They produce oxygen, provide a barrier to dust and noise, lower the temperature and increase air humidity, thereby positively impacting the microclimate. The unmatched appeal of pelargonium, ease of cultivation and care, abundance of flowering from spring to late autumn and its decorative qualities make it a universal application. The aim of the study was to isolate the microorganisms that inhabit the cuttings of pelargonium, identify fungal isolates, investigate the pathogenicity of selected isolates and evaluate the influence of certain essential oils (*Carum carvi* L. essential oils, *Citrus limon* L. essential oils, *Citrus reticulatae aetheroleum* essential oils, essential oil of tea tree) in *in vitro* circumstances on the linear growth of the mycelium: *Phytophthora cryptogea*, *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*. Previcur Energy 840 SL was used as a standard chemical protection. The most numerous isolated fungi were: *Phytophthora*, *Botrytis*, *Cylindrocladium*, *Alternaria* and *Cylindrocarpon*. The highest efficiency in relation to *Phytophthora cryptogea* characterized the *Citrus limon* L. essential oils (concentration 0.1% and 1%) and *Carum carvi* L. essential oil (concentration 1%).

**Key words:** essential oils; pelargonium; *Phytophthora spp.*

#### WSTĘP

Metoda chemiczna od dawna jest jednym z najczęstszych sposobów ochrony roślin ozdob-

nych w Polsce. Od wielu lat nasilają się tendencje do zastępowania środków chemicznych innymi preparatami, w tym pochodzenia naturalnego. Stosowanie preparatów pochodzenia naturalnego

umożliwia wyeliminowanie, bądź zmniejszenie ilości środków chemicznych. Poprzez słabsze oddziaływanie oraz łatwiejszą biodegradację preparaty te mogą korzystnie wpłynąć na środowisko naturalne [Wolski i Ludwiczuk 2001, Orlikowski i in. 2002, Burgiel 2005, Kurzawińska 2008].

Celem badań było określenie składu gatunkowego zasiedlającego chore sadzonki pelargonii, zbadanie chorobotwórczości wybranych izolatów oraz ocena w warunkach *in vitro* wpływu wybranych olejków: kminkowy, cytrynowy, mandarynkowy i z drzewa herbacianego na wzrost liniowy grzybni *Phytophthora cryptogea* i *Ph. nicotianae* var. *nicotianae*.

## MATERIAŁY I METODY

### Izolowanie mikroorganizmów z chorych roślin pelargonii bluszczolistnej

Przedmiotem badań były chore sadzonki pelargonii bluszczolistnej pochodzące z prywatnego gospodarstwa ogrodniczego w województwie śląskim. Materiał ten pobrano w okresie wystąpienia objawów chorobowych na dwumiesięcznych sadzonkach (pierwsza dekada kwietnia). Z porażonych sadzonek pobrano fragmenty korzeni oraz podstawy łodyg. W warunkach laboratoryjnych materiał ten poddano wstępnemu obmyciu pod bieżącą wodą, a następnie z pogranicza tkanki zdrowej i chorej wycinano 3–5 mm fragmenty, które po przepłukaniu w sterylnej wodzie destylowanej przeniesiono do naczynia z alkoholem na 1 minutę. Następnie fragmenty roślin ponownie przepłukano w sterylnej wodzie destylowanej. Odkazane części roślin osuszono w sterylnej bibule i wyłożono po 4 sztuki na zestaloną pożywkę glukozowo-ziemniaczaną (PDA), uprzednio rozlaną do szalek Petriego. Po okresie inkubacji, który wynosił 2–7 dni w temperaturze 22–23 °C odszczepiano kolonie na skosy z pożywką glukozowo-ziemniaczaną. Po rozwinięciu się izolatów na skosach przejrano je makro- i mikroskopowo oraz wybrano reprezentację tego zbiorowiska. Izolaty te wyszczepiono na odpowiednie pożywki i zidentyfikowano w oparciu o dostępne klucze mykologiczne [Rifai 1966, Booth 1971, Domsch i in. 1980, Fassatiouva 1983, Marcinkowska 2010].

Charakteryzując wyosobnione izolaty z chorych roślin pelargonii podzielono je na: dominanty, influenty oraz grupy akcesoryczne. Ich

procentowy udział w całości zbiorowiska to: >5% – dominanty, 1–5% – influenty, < 1% grupy akcesoryczne [Kurzawińska 1994].

Spośród wyizolowanych kultur do dalszych badań wybrano: *Phytophthora cryptogea* i *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*.

### Badanie patogeniczności wybranych izolatów w stosunku do sadzonek pelargonii

Do badań nad patogenicznością wybrano gatunki rodzajów wyizolowanych najliczniej z chorych roślin pelargonii. Były to: *Phytophthora cryptogea*, *Cylindrocladium scoparium*, *Fusarium avenaceum*. Doświadczenie przeprowadzono w prywatnej szklarni. Założono je w pięciu powtórzeniach dla każdego wyżej wymienionego izolatu. Wyniki porównano z kontrolą. Czterotygodniowe rośliny pelargonii nacinano sterylnym skalpelem u podstawy łodygi, a następnie nanoszono w formie krążków (o średnicy 5 mm pożywki z grzybnią) inokulum odpowiedniego izolatu 14-dniowych kultur. Rośliny regularnie podlewano i dokonywano wizualnej oceny ich zdrowotności. Miarą oceny patogeniczności była wielkość powierzchni nekrozy powodowanej przez badane gatunki mierzona po różnym okresie inkubacji (14–28 dni) w zależności od izolatu. W celu spełnienia postulatów Kocha, za zmienionych chorobowo miejsc reizolowano mikroorganizmy, których identyczność potwierdzono makro- i mikroskopowo. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Istotność różnic między kombinacjami oceniono na podstawie testu Duncana przy  $\alpha = 0,05$ .

### Badanie w warunkach *in vitro* wybranych olejków na wzrost liniowy grzybni *Phytophthora cryptogea* i *Ph. nicotianae* var. *nicotianae*

Badanie wpływu olejków kminkowego, cytrynowego, mandarynkowego i z drzewa herbacianego na wzrost liniowy grzybni patogenów wykonano w warunkach *in vitro* metodą zatrutych podłoży [Kowalik i Krechniak 1961]. W doświadczeniu laboratoryjnym zastosowano pożywkę groszkową, do której dodano olejek kminkowy, cytrynowy, mandarynkowy w stężeniach: 0,01%, 0,1% oraz 1% oraz olejek z drzewa herbacianego w stężeniach 0,75%, 1,5%, 2,25%.

Jako standardowy preparat chemiczny zastosowano Previcur Energy 840 SL (propamokarb w formie chlorowodoru propamokarbu, fosetyl) w stężeniach 0,1%, 0,2%, 0,3%. Tak przygotowaną pożywkę rozlano do szalek Petriego i po jej zestaleniu wykładano krążki inokulum o średnicy 5 mm przerośniętego 14-dniową grzybnią. Kontrolę stanowiły kolonie patogenów wzrastające na szalkach Petriego wyłącznie z pożywką groszkową. Doświadczenie założono w pięciu powtórzeniach. Od 3 dnia po inokulacji codziennie (aż do zarośnięcia całej powierzchni szalki w kombinacji kontrolnej) mierzono średnice kolonii. Obliczono średnią średnicę pomiarów i indeks tempa wzrostu linowego grzybni [Burgiel 1984]. Aktywność fungistatyczną badanych preparatów obliczono na podstawie procentu zahamowania wzrostu grzybni na pożywce z preparatem w stosunku do wzrostu na pożywce kontrolnej, według wzoru Abbotta [Burgiel i Smągłowski 2008]. Uzyskane wyniki poddano obliczeniom statystycznym metodą analizy wariancji. Istotność różnic między kombinacjami oceniono na podstawie testu Duncana, przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  (STATISTICA Version 10).

## WYNIKI

### Mikroorganizmy wyizolowane z chorych roślin pelargonii bluszczolistnej

Po wyjęciu chorych pelargonii z podłoża stwierdzono objawy zarówno na podstawie łody-

gi, jak i systemie korzeniowym. Podstawa łodygi była przewężona, zbrunatniała, niekiedy szerniała, a korzenie zredukowane i szerniały. Rośliny takie więdły i zamierały.

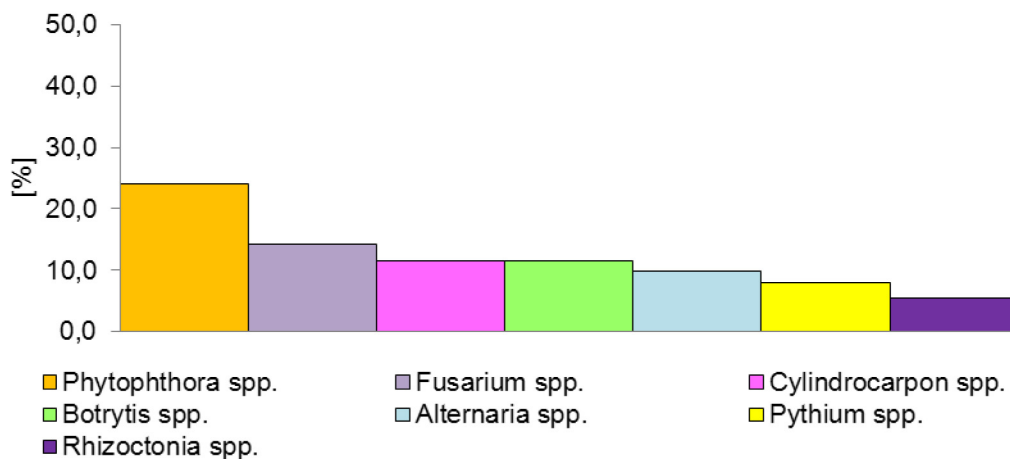
W toku przeprowadzonej analizy mykologicznej chorych roślin pelargonii bluszczolistnej w 2014–2015 roku wyosobniono ogółem 112 kolonii grzybów i organizmów grzybopodobnych (tab. 1). Najliczniej wyosobnionymi koloniami były organizmy grzybopodobne rodzaju *Phytophthora*, których procentowy udział wynosił 24,5% ogółu wyosobnień (rys. 1). W obrębie tego rodzaju zidentyfikowano 2 gatunki, wśród których znalazły się *Phytophthora cryptogea* (17,0%) i *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae* (7,1%) – tab. 1, rys. 2. Na drugim miejscu pod względem liczebności był rodzaj *Fusarium*, który reprezentowany był przez 2 gatunki: *Fusarium avenaceum* (8,9%) oraz *Fusarium oxysporum* (5,4%). Kolejne miejsce pod względem liczebności zajmowały *Botrytis cinerea*, *Cylindrocladium scoparium* (każdy po 11,6%), *Alternaria alternata* (9,8%), *Cylindrocarpon radiclecola* (8,9%), *Pythium ultimum* (8,0%) oraz *Rhizoctonia solani* (5,4%) – tab. 1.

Do grupy dominantów, stanowiących 93,7% ogólnej liczby wyosobnionych izolatów należały grzyby i organizmy grzybopodobne rodzajów: *Phytophthora*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Cylindrocladium*, *Alternaria*, *Cylindrocarpon*, *Pythium*, *Rhizoctonia*. Influenty stanowiły 6,3% łącznej liczby otrzymanych kolonii i były reprezentowane przez grzyby: *Trichoderma viride*, *Pestalotiopsis sydowiana* i *Verticillium albo-atrum* (tab. 1., rys. 3).

**Tabela 1.** Mikroorganizmy wyizolowane z chorych roślin pelargonii w latach 2014–2015

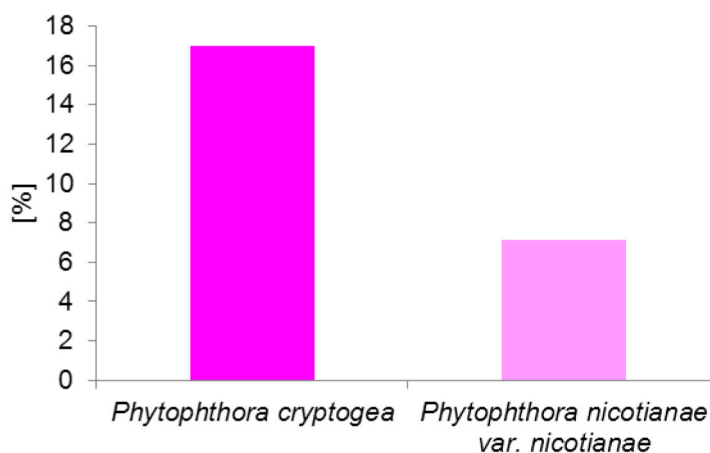
**Table 1.** Microorganisms isolated from diseased pelargonium plants in 2014–2015

L.p.	Gatunek	Liczba izolatów			
		2014	2015	Razem	Procent
1	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	5	6	11	9,8
2	<i>Botrytis cinerea</i> Pers. Ex Nocca and Balb	6	7	13	11,6
3	<i>Cylindrocarpon radiclecola</i> Gerlach & L. Nilsson	5	5	10	8,9
4	<i>Cylindrocladium scoparium</i> Morgan	6	7	13	11,6
5	<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex. Fr.) Sacc	6	4	10	8,9
6	<i>Fusarium oxysporum</i> (Schlecht) Snyd. Et Hans	3	3	6	5,4
7	<i>Pestalotiopsis sydowiana</i> (Bres.) B. Sutton	2	0	2	1,8
8	<i>Phytophthora cryptogea</i> Pethybr. & Laff	10	9	19	17,0
9	<i>Phytophthora nicotianae</i> var. <i>nicotianae</i>	5	3	8	7,1
10	<i>Pythium ultimum</i> Trow	2	7	9	8,0
11	<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	4	2	6	5,4
12	<i>Trichoderma viride</i> Pers. Ex Gray	2	1	3	2,7
13	<i>Verticillium albo-atrum</i> Reinke & Berthold	1	1	2	1,8



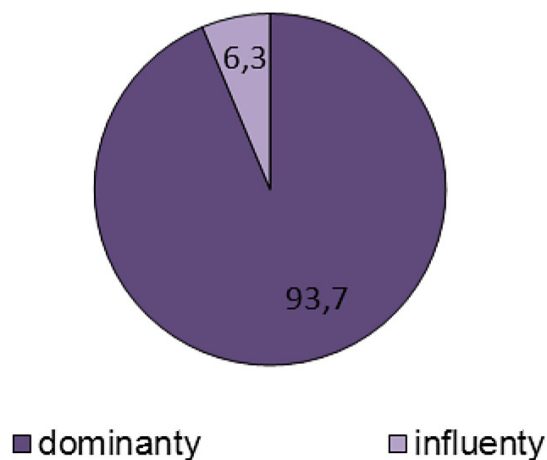
Rys. 1. Najliczniej występujące rodzaje mikroorganizmów wyizolowane z chorych roślin pelargonii w latach 2014–2015

Fig. 1. Most common types of microorganisms isolated from diseased pelargonium plants in 2014–2015



Rys. 2. Procentowy udział gatunków rodzaju *Phytophthora* w izolowanych z chorych roślin pelargonii

Fig. 2. Percentage share of *Phytophthora* species insulated from diseased pelargonium plants



Rys. 3. Procentowy udział grup frekwencji zbiorowiska mikroorganizmów wyizolowanych z korzeni i podstawy łodygi pelargonii w latach 2014–2015

Fig. 3. Percentage of participation frequency groups of microorganisms isolated from the roots and base of the pelargonium stem in 2014–2015

### Badanie patogeniczności wybranych izolatów w stosunku do sadzonek pelargonii

Wyniki uzyskane z przeprowadzonych badań patogeniczności wskazują, że testowane gatunki grzybów i organizmów grzybopodobnych powodowały istotnie statystycznie zmiany nekrotyczne inokulowanych sadzonek pelargonii. Najwyższą aktywność chorobotwórczą, w porównaniu z pozostałymi badanymi gatunkami wykazał izolat *Phytophthora cryptogea* (rys. 4).

Z miejsc z objawami chorobowymi reizolowano zarówno *Phytophthora cryptogea*, *Cylindrocladium scoparium* jak i *Fusarium oxysporum*. Potwierdziło to ich właściwości chorobotwórcze.

### Badanie w warunkach *in vitro* wybranych preparatów na wzrost liniowy grzybni: *Phytophthora cryptogea* i *Ph. nicotianae* var. *nicotianae*

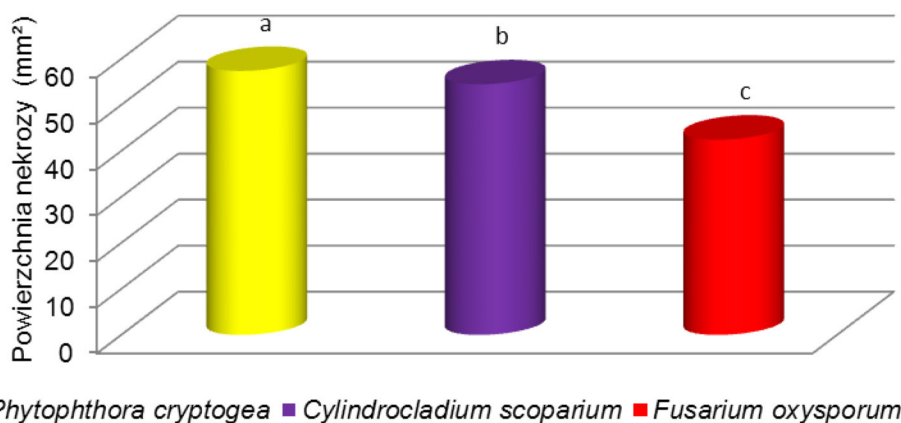
Oceniając wpływ testowanych olejków eterycznych na wzrost liniowy grzybni *Phytophthora cryptogea* stwierdzono, że olejek cytrynowy w stężeniach: 0,1% i 1% wykazał najwyższą skuteczność w zahamowaniu wzrostu liniowego grzybni tego patogena. Również w kombinacji z zastosowaniem olejku kminkowego w stężeniu 1% stwierdzono 100% skuteczność. Najslabsze działanie zanotowano w kombinacji z zastosowaniem olejku mandarynkowego. W stężeniach 0,01% oraz 0,1% odnotowano w bardzo małym procencie stymulację wzrostu patogena (rys. 5).

Istotnie najwyższą skuteczność w zahamowaniu wzrostu liniowego *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae* stwierdzono w kombinacji z zastosowaniem olejku kminkowego. Preparat ten

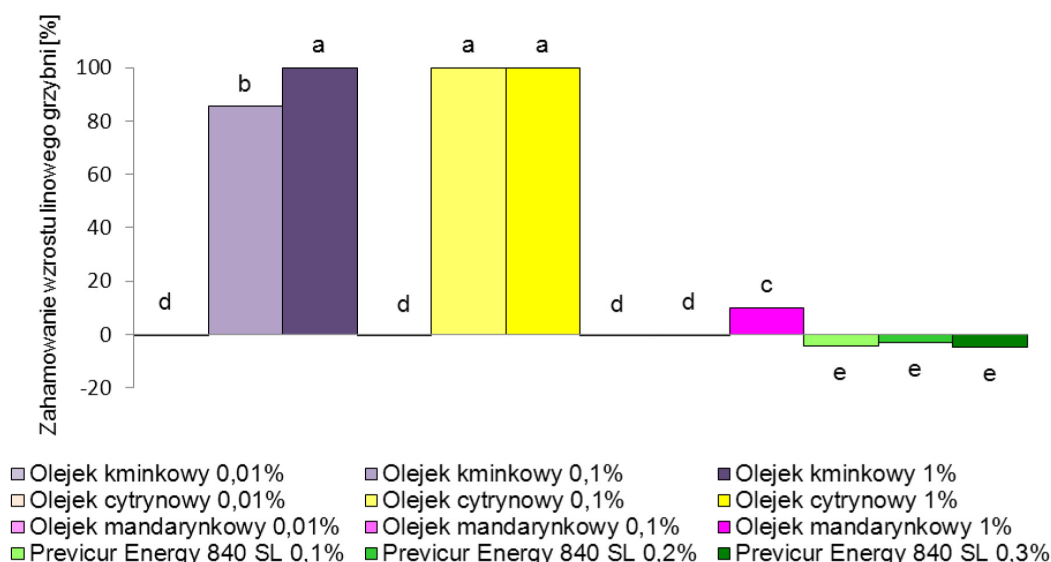
w stężeniu 1% ograniczył wzrost grzybni tego patogena w 100%. Równie wysoką skuteczność działania odnotowano w kombinacji z olejkiem cytrynowym w stężeniu 1%, procent zahamowania wzrostu grzybni wynosił 80,57%. Najslabsze działanie zanotowano w kombinacji z olejkiem mandarynkowym (rys. 6).

### DYSKUSJA

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że chore sadzonki pelargonii bluszczolistnej zasiedlone były głównie przez: *Phytophthora cryptogea*, *Botrytis cinerea*, *Cylindrocladium scoparium*, *Alternaria alternata*, *Cylindrocarpon radicum*, *Pythium ultimum*, *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*, *Fusarium avenaceum*, *Rhizoctonia solani* i *Fusarium oxysporum*. Podobne wyniki uzyskali w swoich badaniach liczni autorzy [Łabanowski i in. 2004, Kurzawińska i in. 2013, Kurzawińska i Machura 2016]. Orlikowski i in. [2010] stwierdzili w porażonych tkankach pelargonii wielkokwiatowej występowanie *Phytophthora cactorum*, *Pythium ultimum*, *Botrytis cinerea* i *Fusarium avenaceum*. Zarówno w 2014 i 2015 roku organizm grzybopodobny – *Phytophthora cryptogea* należał do najliczniej izolowanych z chorej podstawy łodyg i korzeni pelargonii. Gatunki rodzaju *Phytophthora* są jednymi z czynników chorobotwórczych, które mogą powodować zgniliznę podstawy pędu i korzeni oraz zarzę wierzchołków pędów [Belbahri i in. 2006, Orlikowski i in. 2012a, Ptaszek i Orlikowski 2013]. Straty powodowane przez niektóre gatunki rodzaju *Phytophthora* wahają się od kilku do nawet 100% [Orlikowski



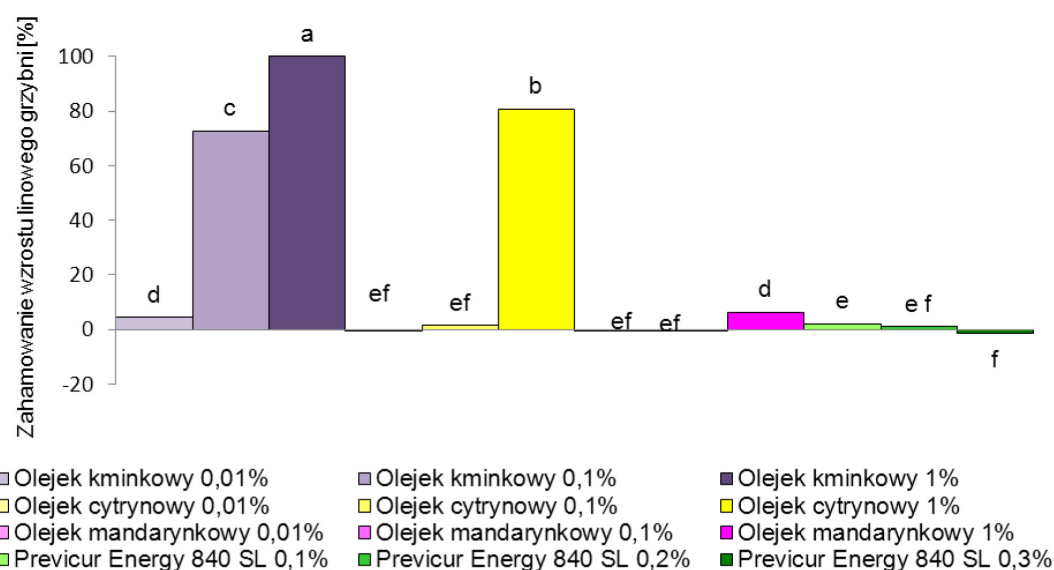
Rys. 4. Chorobotwórczość wybranych izolatów w stosunku do sadzonek pelargonii  
Fig. 4. Pathogenicity of selected isolates in relation to pelargonium seedlings



Rys. 5. Skuteczność badanych preparatów w stosunku do *Phytophthora cryptogea*

Fig 5. Efficacy of the tested formulations in relation to *Phytophthora cryptogea*

\*średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy  $\alpha = 0,05$  (Test Duncana)



Rys. 6. Skuteczność badanych preparatów w stosunku do *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*

Fig 6. Efficacy of the tested formulations in relation to *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*

\* Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy  $\alpha = 0,05$  (Test Duncana)

i in. 2012a]. *Phytophthora cryptogea* wykazała najwyższą aktywność chorobotwórczą. Z miejsc z objawami chorobowymi reizolowano zarówno *Phytophthora cryptogea*, *Cylindrocladium scoparium* jak i *Fusarium oxysporum*. Uzasadniło to ich właściwości chorobotwórcze. Wyniki znalazły potwierdzenie w badaniach Kurzawińskiej i in. [2013]. Wyniki badań Nirenberg i in. [2009] wskazują, iż *Phytophthora nicotianae* należy do patogenów zagrażających uprawom pelargonii

na świecie. Jak podają Orlikowski i in. [2012a, 2012b] gatunki rodzaju *Phytophthora* należą do najgroźniejszych patogenów glebowych roślin, coraz częściej notowanych w naszym kraju zarówno w uprawach szkółkarskich, rolniczych, sadowniczych jak i w naturalnych stanowiskach. Istnieje duże prawdopodobieństwo, iż większość z obecnie występujących gatunków rodzaju *Phytophthora* została zawleczona do naszego kraju razem z sadzonkami lub siewkami. Przykładem

jest pelargoniam wielkokwiatową, na której sadzonkach patogen (*Ph. cactorum*) został zawleczony z Europy zachodniej [Orlikowski i in. 2010]. Źródłem patogenów tego rodzaju może być również woda skażona gatunkami rodzaju *Phytophthora*, wykorzystywana do nawadniania upraw [Brasier 2008; Orlikowski 2006; Orlikowski i in., 1995, 2012a, 2012b]. *Ph. cryptogea* notowano w uprawach pod osłonami m.in. na cynerarii, pachypodium, pelargonii, siningii, alstermerii [Orlikowski i in., 1984; Orlikowski 1993, 1996, Ptaszek i Skrzypczak 2008].

Wyniki doświadczeń w warunkach *in vitro* wskazują, że wpływ badanych środków na wzrost liniowy grzybni *Phytophthora* spp. był zróżnicowany. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, iż olejek cytrynowy zastosowany w stężeniu 0,1% i 1% najskuteczniej zahamował wzrost liniowy grzybni *Phytophthora cryptogea*. Również olejek kminkowy zastosowany w stężeniu 1% wykazał najwyższą skuteczność w zahamowaniu wzrostu liniowego grzybni zarówno *Phytophthora cryptogea* jak i *Ph. nicotianae* var. *nicotianae*. Znalazło to potwierdzenie w wcześniejszych wynikach badań autorek [Kurzawińska i Machura 2016]. Ponadto Messgo-Moumene i in. [2014] wykazali również iż olejek cytrynowy powodował inhibicję wzrostu grzybni *Ph. infestans*. Natomiast Burgiel i Smągłowski [2008] dowiedli, iż olejek z drzewa herbacianego powodował inhibicję wzrostu *B. cinerea* i *F. culmorum*. Burgiel [2005] stwierdził, iż pełną inhibicję wzrostu *Pythium* spp. oraz *F. sulphureum* w warunkach *in vitro* powodowały olejki miętowy, kminkowy i tymiankowy. Dodatkowo autor ten wykazał wysoką skuteczność w stosunku do *Fusarium* spp. olejków: eukaliptusowego, lawendowego i rozmarynowego [Burgiel 2005]. Abdalla i in. [2009] podają, że olejki z tymianku, anyżu i kamfory wykazały zahamowanie wzrostu patogenów *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *F. oxysporum* f. sp. *betae*.

## WNIOSKI

1. Chore sadzonki pelargonii bluszczolistnej zasiedlone były głównie przez gatunki rodzajów: *Phytophthora*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Cylindroc-ladium*, *Alternaria*, *Cylindrocarpon*, *Pythium* i *Rhizoctonia*.
2. Aktywność fungistatyczne testowanych preparatów była zróżnicowana i zależała od ich stężenia oraz gatunku patogena.

3. W warunkach *in vitro* najskuteczniejszym w hamowaniu wzrostu liniowego testowanych patogenów okazał się olejek kminkowy w stężeniu 1%.

## BIBLIOGRAFIA

1. Abdalla M., Shabana M.Y., Ismaiel A.A., El-Nady I.A. 2009. Effect of plant extracts and essential oils on fungal pathogens causing damping-off and root rot diseases in sugar beet. The Journal of Agricultural Science, Mansoura University, 34 (8), 9107–9116.
2. Belbahri L., Moralejo E., Calmin G., Oszako T., Garcia A.J., Descals E., Lefort F. 2006. *Phytophthora polonica*, a new species isolated from declining *Alnus glutinosa* stands in Poland. FEMS Microbiol Lett, 261, 165–174.
3. Booth C. 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute. Kew. Surrey. England.
4. Brasier C.M., 2008. The biosecurity threat to the UK and global environment from international trade plants. Plant Pathology, 57(5), 792–808.
5. Burgiel J.Z. 1984. Wpływ wybranych herbicydów na występowanie i rozwój patogenów powodujących choroby podsuszkowe pszenicy ozimej. Cz. II. Rozwój patogenów *Acta Agraria et Silvestria*, Ser. Agraria, XX III, 187–196.
6. Burgiel J. Z. 2005. Czy preparaty roślinne zastąpią syntetyczne pestycydy? W: Ochrona środowiska naturalnego w XXI wieku – nowe wyzwania i zagrożenia. Fundacja Na Rzecz Wspierania Badań Naukowych Wydział Ogrodniczy Akademii Rolniczej w Krakowie, 116–125.
7. Burgiel J. Z., Smągłowski M. 2008. Fungistatyczne właściwości olejku z drzewa herbacianego. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 529, 13–18.
8. Domsch K.H., Gams W., Anderson T.H. 1980. Compendium of soil fungi. Academic Press, London.
9. Fassatióvã O. 1983. Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
10. Kowalik R., Krechniak E. 1961. Szczegółowa metodyka biologicznych i laboratoryjnych badań środków grzybobójczych. [W]. Materiały do Metodyki Biologicznej Oceny Środków Ochrony Roślin. red. Węgorok W. Biuletyn Instytutu Ochrony Roślin. Poznań, 63–66.
11. Kurzawińska H. 1994. Zbiorowiska grzybów środowiska glebowego z uprawy ziemniaka i ich wpływ na sprawców suchej zgnilizny bulw w zależności od nawożenia azotowego. Zeszyty

- Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie. Rozprawa Habilitacyjna nr. 192.
12. Kurzawińska H. 2008. Metoda biologiczna w integrowanej ochronie roślin warzywnych przed chorobami. Zrównoważone rolnictwo a bezpieczna żywność. Red. E. Cieślik. Żywność Nauka Technologia Jakość, 53–62.
  13. Kurzawińska H., Machura M. 2016. Fungistatyczna aktywność wybranych olejków eterycznych w stosunku do patogenów wyosobnionych z chorych sadzonek pelargonii (*Pelargonium* spp.) EPISTEME, II, 30, 245–254.
  14. Kurzawińska H., Nadziakiewicz M., Nawrocki J. 2013. Grzyby saprotroficzne z ryzosfery pelargonii (*Pelargonium* spp.) i ich wpływ na wzrost niektórych patogenów tej rośliny. EPISTEME, I, 20, 123–132.
  15. Łabanowski G., Orlikowski L.B., Soika G., Wojdyła A. 2004. Ochrona roślin rabatowych i balkonowych. Plantpress. Kraków.
  16. Marcinkowska J. 2010. Oznaczanie rodzajów ważnych organizmów fitopatogenicznych (Fungi, Oomycota, Plasmodiophorida). Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
  17. Messgo-Moumene S. Li Y. Bachir K. Houmani Z. Bouznad Z. Chemat F. 2014. Antifungal power of citrus essential oils against potato late blight causative agent. Journal of Essential Oil Research, 1–8.
  18. Nirenberg H.I., Gerlach W.F., Grafenhan T. 2009. A *Phytophthora* x *pelgrandis*, a new natural hybrid pathogenic to *Pelargonium grandiflorum* hort. Mycologia 101,2, 220–231.
  19. Orlikowski L.B. 1993. *Phytophthora* stem rot of *Pachypodium lameri* and its control. Phytopathologia Polonica, 5, 17–21.
  20. Orlikowski L.B. 1996. *Phytophthora* stem rot of *Pelargonium*. Phytopathologia Polonica, 12, 79–86.
  21. Orlikowski L.B. 2006. Relationship between source of water used for plant sprinkling and occurrence of *Phytophthora* shoot rot and tip blight in container-ornamental nurseries. Journal of Plant Protection Research, 46 (2), 163–168.
  22. Orlikowski L.B., Gabarkiewicz R., Skrzypczak Cz. 1995. *Phytophthora* species in Polish ornamental nurseries. I. Isolation and identification of *Phytophthora* species. Phytopathologia Polonica, 9, 73–79.
  23. Orlikowski L.B., Ptaszek P., Trzewik A. 2010. *Pelargonium grandiflorum* – nowy gatunek żywicielski dla *Phytophthora cactorum* w Polsce. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 554, 153–157.
  24. Orlikowski L.B., Ptaszek P., Trzewik A., Orlikowska T., Szkuta G., Meszka B., Skrzypczak C. 2012a. Zagrożenie upraw ogrodnich przez gatunki rodzaju *Phytophthora*. Progress in Plant Protection, 52 (1), 92–100.
  25. Orlikowski L.B., Skrzypczak C., Wojdyła A. 1984. Occurrence, biology pathogenicity and control of *Phytophthora cryptogea* on *cineraria*. Prace Inst. Sadow., Ser. B, 9, 79–85.
  26. Orlikowski L.B., Skrzypczak Cz., Wojdyła A., Jaworska-Marosz A. 2002. Wyciągi roślinne i mikroorganizmy w ochronie roślin przed patogenami. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie, 387 (82), 19–32.
  27. Orlikowski L.B., Trzewik A., Ptaszek M., Tułacz D. 2012b. Woda źródłem gatunków *Phytophthora* spp. oraz zagrożenie wynikające z ich występowania dla upraw. Progress in Plant Protection, 52(3), 646–650.
  28. Ptaszek M., Orlikowski L.B., 2013. *Phytophthora cryptogea* jako przyczyna zamierania *Ajuga reptans* w szkółkach bylinowych. Polish Journal of Agronomy, 15, 27–31.
  29. Ptaszek M., Skrzypczak C. 2008. *Phytophthora cryptogea* – nowy patogen alstremerii mieszańcowej. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 529, 155–159.
  30. Rifai M.A. 1966. A revisoin of the genus *Trichoderma*. Mycol Papers, 116, 1–56.
  31. Wolski T., Ludwiczuk A. 2001. Środki pochodzenia naturalnego w ochronie roślin. Ochrona Roślin, 11/12, 5–7.