PROGRESS IN PLANT PROTECTION
61 (3): 177-183, 2021
eISSN 2084-4883

DOI: 10.14199/ppp-2021-019
Published online: 01.07.2021

Received: 25.05.2021 / Accepted: 17.06.2021

ARTYKUŁ ORYGINALNY

Fitopatogenne gatunki grzybów i organizmy grzybopodobne zidentyfikowane w próbach roślin dostarczonych do Kliniki Chorób Roślin w latach 2018–2020

Phytopathogenic species of fungi and fungal-like organisms identified in plant samples delivered to the Plant Disease Clinic in 2018–2020

Katarzyna Sadowska[A]*, Sylwia Stępniewska-Jarosz[B], Natalia Łukaszewska-Skrzypniak, Weronika Zenelt, Natasza Borodynko-Filas[C]

Streszczenie

Jednym z warunków efektywnego zarządzania gospodarstwem rolnym jest dostęp do szybkiej diagnostyki patogenów roślin w celu ograniczenia występowania chorób roślin. Do Kliniki Chorób Roślin trafiają próby porażonych roślin dostarczane przez hodowców i ogrodników z całej Polski. W latach 2018–2020 przebadano w Klinice łącznie 274 próby na obecność grzybów i organizmów grzybopodobnych chorobotwórczych dla roślin. Badania prowadzono metodą mikroskopową, a w przypadku wątpliwości potwierdzano wynik badaniami molekularnymi. Najczęściej badaną rośliną był pomidor (26%), następnie truskawka (9%), ogórek (5%) oraz tytoń, burak cukrowy, cebula, borówka, malina, sałata, kalafior i ziemniak. Liczną grupę stanowiły też rośliny iglaste, takie jak: tuje, cyprysiki i sosny; łącznie 17 roślin gospodarzy. Bardzo liczne były pojedyncze gatunki roślin ozdobnych np.: gerbera, anturium, aster, geranium, floks, chryzantema i inne. Grzyby rodzaju *Fusarium* spp. stanowiły ok. 38% porażeń. W dalszej kolejności były *Alternaria* spp. (26%), *Botrytis cinerea* (11%) i *Cladosporium* sp. (10%). Pozostałe choroby wywołane były m.in. przez *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Colletotrichum* sp., *Ulocladium* sp., *Pestalotia* sp. czy *Phytophthora* sp. Największym zagrożeniem w ostatnich latach były dla pomidorów i truskawek grzyby rodzaju *Fusarium*, a dla ogórków patogeny rodzaju *Pythium*.

Słowa kluczowe: diagnostyka, choroby grzybowe roślin, patogen, Klinika Chorób Roślin, *Pythium* sp., *Fusarium* sp.

Abstract

One of the conditions for effective management of farm is an access to quick diagnostics of plant pathogens in order to reduce the occurrence of plant diseases. The Plant Diseases Clinic receives samples of infected plants supplied by growers and gardeners from all over Poland. In the years 2018–2020, a total of 274 samples were tested at the Clinic for the presence of fungi and fungal-like organisms pathogenic for plants. The tests were carried out using the microscopic method, and in case of doubt, the result was confirmed by molecular tests. The most frequently studied plant was tomato (26%), followed by strawberry (9%), cucumber (5%) and tobacco, sugar beet, onion, blueberry, raspberry, lettuce, cauliflower and potato. Conifers were also a large group, such as: thujas, cypresses and pines; a total of 17 host plants. Single species of ornamental plants were very numerous, e.g. gerbera, anthurium, aster, geranium, phlox, chrysanthemum and others. The fungi of the genus *Fusarium* spp. constituted about 38% of infections. This was followed by *Alternaria* spp. (26%), *Botrytis cinerea* (11%) and *Cladosporium* sp. (10%). The remaining diseases were caused by *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Colletotrichum* sp., *Ulocladium* sp., *Pestalotia* sp. and *Phytophthora* sp. In recent years, the greatest threat to tomatoes and strawberries has been the fungi of the *Fusarium* genus, and the pathogens of the *Pythium* genus to cucumbers.

Key words: diagnostics, fungi plant diseases, pathogen, Plant Disease Clinic, *Pythium* sp., *Fusarium* sp.

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań
*corresponding author: k.sadowska@iorpib.poznan.pl
ORCID: [A]0000-0003-0405-9571, [B]0000-0002-6259-4663, [C]0000-0002-4217-6421

Wstęp / Introduction

Jednym z narzędzi skutecznego ograniczania występowania chorób roślin jest diagnostyka chorób roślin, która poprzez wiarygodność, powtarzalność oraz szybkość analiz dostarcza producentom roślin rolniczych oraz ozdobnych, informacji pomocniczych w skutecznym ograniczaniu występowania chorób roślin. Klinika Chorób Roślin, która powstała w Instytucie Ochrony Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym (IOR – PIB) w Poznaniu jest jednostką stanowiącą odpowiedź na zapotrzebowanie społeczeństwa rolniczego i świadczącą usługi w zakresie profesjonalnej diagnostyki chorób roślin uprawnych. Klinika jest jedyną akredytowaną placówką w Polsce realizującą usługi z zakresu identyfikacji patogenów wywołujących choroby wirusowe, bakteryjne i pochodzenia grzybowego. W 2018 roku Klinika została połączona z Bankiem Patogenów Roślin i Badania ich Bioróżnorodności tworząc Klinikę Chorób Roślin i Bank Patogenów (KCHRiBP).

W Polsce do powszechnie uprawianych warzyw należą między innymi pomidor i ogórek. W wielu przypadkach są to uprawy prowadzone pod osłonami, co pozwala uzyskiwać plony niemal przez cały rok. W ciągu ostatnich 3 lat do Kliniki najczęściej zgłaszali się producenci pomidorów, ogórków i plantatorzy truskawek. Najczęstszym pojawiającym się problemem było nagłe więdnięcie roślin, zgnilizna korzeni i korony lub zasychanie roślin i nie zawiązywanie owoców.

Celem niniejszej pracy było przedstawienie najczęściej występujących w próbach roślin grzybów oraz organizmów grzybopodobnych powodujących choroby roślin, przekazanych do KCHRiBP w latach 2018–2020. Monitoring nowych zagrożeń i problemów z jakimi borykają się hodowcy, rolnicy i plantatorzy pozwoli na przekazanie tych informacji nie tylko naukowcom, ale przede wszystkim producentom rolnym, do których należy docierać z takimi informacjami.

Materiały i metody / Materials and methods

W latach 2018–2020 przebadano łącznie 274 próby na obecność grzybów chorobotwórczych dla roślin. Materiałem do badań były chore rośliny. Największą grupę stanowiły warzywa, poza tym do Kliniki dostarczane były zboża, owoce, rośliny ozdobne, drzewa i krzewy oraz zioła. Próby pochodziły z całej Polski, zarówno z upraw szklarniowych, jak i polowych, chociaż dominowały te z województwa wielkopolskiego i kujawsko-pomorskiego.

W celu identyfikacji sprawcy choroby, fragmenty porażonych roślin opłukiwano wodą destylowaną, aby usunąć resztki zanieczyszczeń np. gleby. Tak przygotowane części roślin krojono na drobne kawałki, wybierając fragmenty na granicy zdrowej i chorej tkanki. Następnie fragmenty dezynfekowano poprzez zanurzenie na czas około 1 minuty w 5% roztworze podchlorynu sodu (NaOCl). Zdezynfekowane części roślin były trzykrotnie płukane w sterylnej wodzie destylowanej w celu usunięcia pozostałości środka dezynfekującego.

Po wypłukaniu, tkanki roślinne suszono przez kilka minut na sterylnej bibule. W ostatnim etapie fragmenty rośliny przenoszono jałową pęsetą na podłoże hodowlane (PDA – Potato Dextrose Agar). Inkubacja przebiegała w temperaturze 24°C, a po około 48 godzinach obserwowano rosnące kolonie. Obserwacje prowadzono przez kilka kolejnych dni.

Diagnostyka mikroskopowa / Microscopic diagnostics

Identyfikację przeprowadzono na podstawie charakterystycznych objawów chorobowych na roślinie korespondujących z obserwacją mikroskopową tkanki roślinnej (głównie w przypadku *Phytophthora* spp., *Pythium* sp. i *Verticillium* sp.), analizy makro- i mikroskopowej grzybni, obserwując jej cechy morfologiczne, jak i wielkość oraz kształt zarodników oraz sposób ich powstawania. Do tego celu wykorzystywano klucze niezbędne w identyfikacji grzybów (Burgess i wsp. 1988; Ellis 2001; Boerema i wsp. 2004; Sutton 2004; Simmons 2007; Marcinkowska 2012).

W przypadku wątpliwości identyfikacja została potwierdzona przez analizę sekwencji rDNA w celu potwierdzenia przynależności gatunkowej w obrębie rodzaju *Alternaria* (*A. alternata*, *A. solani*, *A. dauci*, *A. brassicae*) i *Fusarium* (*F. oxysporum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. sambucinum*) (White i wsp. 1990).

Diagnostyka molekularna / Molecular diagnostics

Izolację DNA przeprowadzono przy użyciu zestawu Plant/Fungi DNA Isolation Kit (Norgen Biotek). Stężenie DNA oceniano na podstawie pomiarów spektrofotometrycznych (NanoDrop). Mieszanina reakcyjna o końcowej objętości 20 µl zawierała: startery o stężeniu 0,5 µM, bufor reakcyjny Ampli Mix Taq (Novazym) oraz < 0,5 µg matrycowego DNA. Zastosowany został następujący profil termiczny reakcji PCR (termocykler Biometra): wstępna denaturacja 5 min w 98°C oraz 40 cykli zawierających: denaturację 5 s w 98°C, hybrydyzację starterów 5 s w 59°C (ITS4 i ITS5) i elongację 20 s w 72°C, końcowa elongacja 1 min w 72°C. Rozdział elektroforetyczny produktów reakcji PCR prowadzono w obecności markera DNA w 1% żelu agarozowym barwionym Midori Green (Nippon), w buforze 0,5 x TBE, przy napięciu 80 V.

Przeprowadzono sekwencjonowanie fragmentu DNA kodującego regiony ITS4 i ITS5 metodą Sangera (Genomed, Warszawa, ul. Ponczowa 12). Produkt amplifikacji stanowił około 600 pz. Analizę porównawczą uzyskanej sekwencji DNA wykonywano za pomocą narzędzia BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) w bazie NCBI (National Center for Biotechnology Information – Narodowe Centrum Informacji Biotechnologicznej).

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

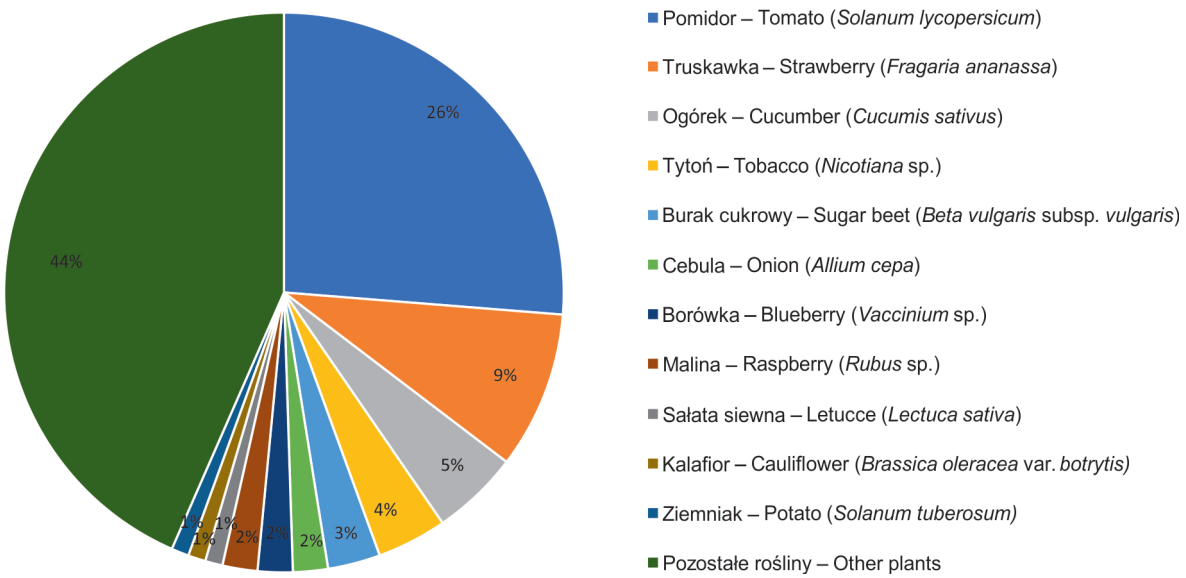
Próby porażonych roślin przesyłane są do Kliniki Chorób Roślin i Banku Patogenów w większości przez hodowców, producentów roślin oraz z indywidualnych gospodarstw rolniczych i ogrodniczych. Zdarzają się rośliny przekazywane przez osoby prywatne, borykające się z chorobami w swoim ogródku lub na działce. Materiał roślinny dostarczany jest do laboratorium przez cały rok, w okresie jesienno-zimowym zwykle zlecenia kierowane są przez producentów uprawiających swoje uprawy pod osłonami.

Najczęściej badaną rośliną był pomidor (71 prób = 26%). Następnie truskawka (24 próby = 9%), ogórek (15 prób = 5%), tytoń (11), burak cukrowy (7), cebula (6), borówka (6), malina (6) oraz sałata, kalafior i ziemniak (po 3 rośliny) (tab. 1). Liczną grupę stanowiły też rośliny iglaste, takie jak: tuje, cyprysiki i sosny; łącznie 17 roślin gospodarzy. Bardzo liczne były pojedyncze gatunki roślin ozdobnych np.: gerbera, anturium, aster, geranium, floks, chryzantema i inne (26) (rys. 1).

Wśród patogenów grzybowych około 38% porażeń wywołanych było grzybami rodzaju *Fusarium* spp. Najczęściej

Tabela 1. Rośliny najczęściej dostarczane do Kliniki Chorób Roślin w latach 2018–2020
Table 1. Plant species most frequently examined in the Plant Disease Clinic in 2018–2020

Nazwa gatunkowa rośliny Name of plant species	Liczba prób w 2018 roku Quantity of samples in 2018	Liczba prób w 2019 roku Quantity of samples in 2019	Liczba prób w 2020 roku Quantity of samples in 2020	Całkowita liczba prób roślinnych All quantity of plant samples
Pomidor – Tomato (*Solanum lycopersicum* L.)	27	36	8	71
Truskawka – Strawberry (*Fragaria ananassa* Duchesne)	2	19	3	24
Ogórek – Cucumber (*Cucumis sativus* L.)	3	4	8	15
Tytoń – Tobacco (*Nicotiana* L.)	0	11	0	11
Burak cukrowy – Sugar beet (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*)	1	6	0	7
Cebula – Onion (*Allium cepa* L.)	4	2	0	6
Borówka – Blueberry (*Vaccinium* L.)	4	1	1	6
Malina – Raspberry (*Rubus* L.)	4	1	1	6
Sałata siewna – Letucce (*Lectuca sativa* L.)	1	0	2	3
Kalafior – Cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*)	3	0	0	3
Ziemniak – Potato (*Solanum tuberosum* L.)	2	1	0	3



Rys. 1. Procentowy udział prób roślin najczęściej dostarczanych do Kliniki Chorób Roślin w latach 2018–2020
Fig. 1. The percentage share of most frequently plant samples tested in Plant Disease Clinic in 2018–2020

było to *Fusarium oxysporum* – sprawca fuzaryjnego więdnięcia pomidora i innych fuzarioz. Rzadziej izolowano *F. solani*, *F. sambucinum*, *F. culmorum* czy *F. avenaceum*.

Bardzo często sprawcami chorób roślin dostarczonych do Kliniki były: *Alternaria* spp. (26%), *Botrytis cinerea* (11%) i *Cladosporium* sp. (10%).

Pozostałe choroby wywołane były m.in. przez *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Colletotrichum* sp., *Ulocladium* sp., *Pestalotia* sp. czy *Phytophthora* sp.

Należy zaznaczyć, że bardzo często z pojedynczych prób izolowano więcej niż jeden organizm patogeniczny. Wśród wyizolowanych grzybów zdecydowaną większość stanowiły powszechnie występujące grzyby uznawane za niepatogeniczne dla większości roślin, m.in. takie jak: *Acremonium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Chaetomium* itd.

W porażonych próbach pomidora najczęściej izolowano patogeny rodzaju: *Fusarium* spp., głównie *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* – sprawcę fuzaryjnego więdnięcia pomidora lub wywołaną przez *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* – fuzaryjną zgorzel pomidora (fuzaryjna zgorzel szyjki i podstawy łodygi pomidora) (Jarvis i Shoemaker 1978; Jarvis 1988; Fiedorow i wsp. 2008; Cha i wsp. 2016; Srinivas i wsp. 2019).

Badane rośliny pomidora często były zainfekowane przez patogeny rodzajów *Alternaria* spp., *Botrytis cinerea* (sprawca szarej pleśni), *Cladosporium* sp. (w tym *C. fulvum* – sprawca brunatnej plamistości liści pomidora), *Verticillium* sp. (werticilioza pomidora). Na materiale roślinnym przesłanym do Kliniki, głównie na pomidorach uprawianych na matach w warunkach szklarniowych, często izolowano organizmy grzybopodobne, takie jak: *Pythium* sp. (organizm powodujący zgorzele siewek i gnicie korzeni pomidora), *Phoma* sp. czy *Phytophthora* sp. – powodującą zgorzel siewek pomidora, zgniliznę pierścieniową pomidora czy sprawcę zarazy ziemniaka na pomidorze – *P. infestans*).

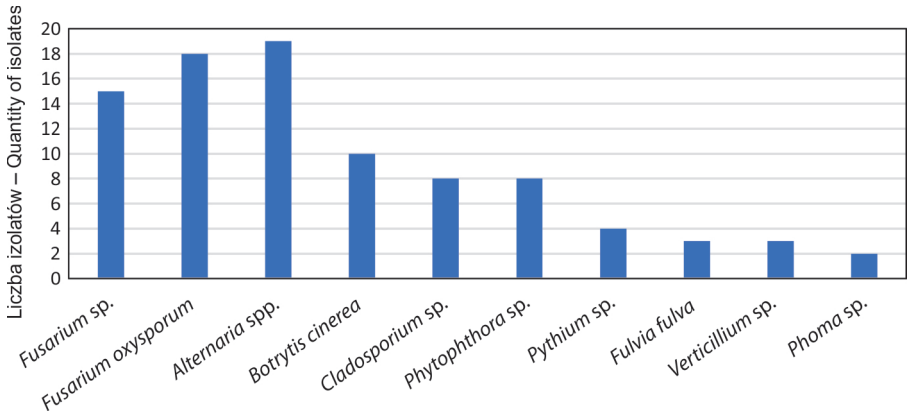
Pozostałe pojedyncze izolaty grzybów pozyskane z roślin pomidora to: *Trichoderma* sp., *Botryosporium* sp., *Trichothecium roseum*, *Geotrichum candidum*, *Pleospora lycopersici*, *Diplodia* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Plectosphaerella* sp., *Colletotrichum* sp. i *Stemphylium* sp. (tab. 2, rys. 2).

W przypadku sadzonek truskawki najczęściej izolowanymi patogenami były *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Phytophthora cactorum*, *Cladosporium* spp., *Botrytis cinerea*, *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia* sp. i *Colletotrichum acutatum* (tab. 3, rys. 3). *Colletotrichum acutatum* jest typowym patogenem truskawek. Jego objawy mogą występować na wszystkich organach truskawek: kwiatach, młodych zawiązkach, szypułkach, liściach i rozłogach, jednak najbardziej groźne są infekcje owoców, gdyż masowe ich gnicie może być przyczyną znacznych strat plonu (Sreenivasaprasad i Talhinhas 2005; Broniarek-Niemiec i wsp. 2017). Pozostałe pojedyncze izolaty grzybów pozyskane z truskawki to: *Mucor* sp. i *Pestalotia* sp.

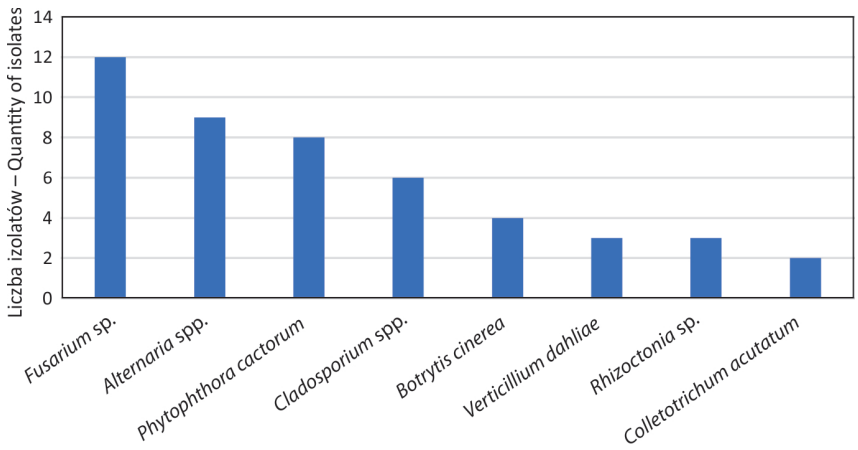
Spośród grzybów, w próbach roślin ogórka dostarczonych do Kliniki bardzo często stwierdzano obecność sprawców fuzaryjnej zgorzeli i fuzaryjnego więdnięcia (*Fusarium* spp. – 46%), parcha ogórka *Cladosporium cucumerinum* (40%) oraz szarej pleśni (*Botrytis cinerea* – 13%).

Ponadto na analizowanych roślinach identyfikowano *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (sprawcę czarnej plamistości dyniowatych), *Corynespora cassiicola* (sprawcę korynesporozy dyniowatych), *Botryosporium* sp. (sprawcę białej pleśni) oraz powodującego zgniliznę twardzikową *Sclerotinia sclerotiorum*. Pozostałe pojedyncze izolaty grzybów pozyskane z ogórka to: *Bipolaris sorokiniana*, *Leandria momordicae* i *Penicillium* sp. (tab. 4, rys. 4).

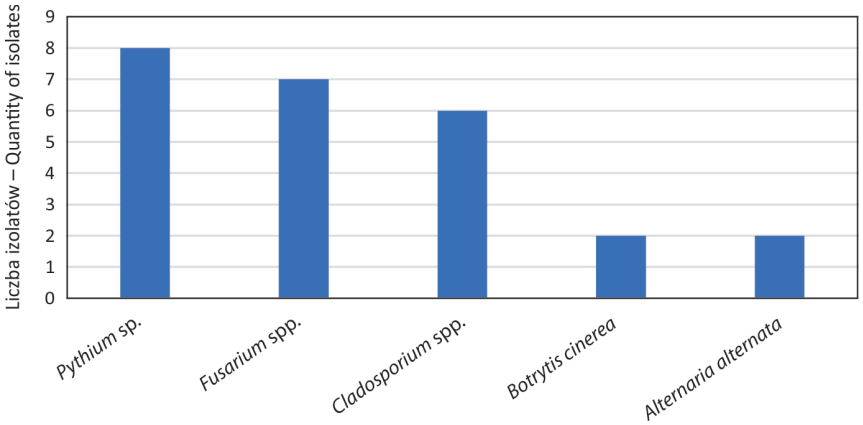
Najczęstszym problemem, z jakim zgłaszali się do Kliniki producenci było nagłe więdnięcie rosnących obok siebie roślin, następnie redukcja plonów, zasychanie i przedwczesne zamieranie roślin. Sprawcą więdnięcia ogórków był organizm grzybopodobny *Globisporangium ultimum* (*Pythium ultimum*), sprawca miękkiej zgnilizny korzeni i podstawy pędu ogórka oraz nagłego więdnięcia ogórka. Podobne objawy daje też rzadziej izolowany patogen *Pythium aphanidermatum*. Na liściach ogórka stwierdzano także obecność sprawców mączniaka prawdziwego *Podosphaera fulginea* i *Erisiphe cichoracearum.*



Rys. 2. Grzyby wyizolowane z prób pomidora w latach 2018–2020
Fig. 2. Fungi species isolated from tomato samples in 2018–2020



Rys. 3. Grzyby wyizolowane z prób truskawki w latach 2018–2020
Fig. 3. Fungi species isolated from strawberry samples in 2018–2020



Rys. 4. Grzyby wyizolowane z prób ogórka w latach 2018–2020
Fig. 4. Fungi species isolated from cucumber samples in 2018–2020

Tabela 2. Gatunki grzybów wyizolowane z prób pomidora (*Solanum lycopersicum*) w latach 2018–2020
Table 2. Fungi species isolated from tomato samples (*Solanum lycopersicum*) in 2018–2020

Rodzaj lub gatunek grzyba Genus or species of fungi	Liczba izolatów Quantity of isolates
Fusarium sp.	15
Fusarium oxysporum	18
Alternaria spp.	10
Alternaria alternata	9
Botrytis cinerea	10
Cladosporium sp.	8
Phytophthora sp.	8
Pythium sp.	4
Fulvia fulva	3
Verticillium sp.	3
Phoma sp.	2

Tabela 3. Gatunki grzybów wyizolowane z prób truskawki (*Fragaria ananassa*) w latach 2018–2020
Table 3. Fungi species isolated from strawberry samples (*Fragaria ananasa*) in 2018–2020

Rodzaj lub gatunek grzyba Genus or species of fungi	Liczba izolatów Quantity of isolates
Fusarium spp.	12
Alternaria spp.	9
Phytophtora cactorum	8
Cladosporium spp.	6
Botrytis cinerea	4
Verticillium dahliae	3
Rhizoctonia sp.	3
Colletotrichum acutatum	2

Tabela 4. Gatunki grzybów wyizolowane z prób ogórka (*Cucumis sativus*) w latach 2018–2020
Table 4. Fungi species isolated from cucumber samples (*Cucumis sativus*) in 2018–2020

Rodzaj lub gatunek grzyba Genus or species of fungi	Liczba izolatów Quantity of isolates
Pythium sp.	8
Fusarium spp.	7
Cladosporium spp.	6
Botrytis cinerea	2
Alternaria alternata	2

Na podstawie danych zebranych w Klinice można zaobserwować, że z przeważającej części dostarczonych do laboratorium prób izolowano grzyby rodzaju *Fusarium*, stanowiły one około 38% wszystkich potencjalnie patogenicznych izolatów.

Około 11% wyizolowanych szczepów z porażonych roślin stanowił *Botrytis cinerea*, powszechnie występujący sprawca szarej pleśni (Kryczyński i Weber 2011). Grzyb poraża łodygi, liście, kwiaty i owoce wielu roślin. Zgniliźnie może ulec w pełni rozwinięty owoc poprzez kontakt z owocem porażonym. Na dojrzałych owocach np.: truskawki czy pomidora, pojawia się biała, puszysta grzybnia oraz szary, pylący nalot trzonków konidialnych z obficie wytwarzanymi zarodnikami konidialnymi (Coley-Smith i wsp. 1980; Elad i wsp. 2004; Williamson i wsp. 2007; Ślusarski i wsp. 2017).

Alternaria sp. stanowiła problem u około 26% porażonych roślin przebadanych w Klinice od 2018 roku. Alternarioza jest częstą chorobą pomidorów (*A. solani*), truskawek, ogórków i wielu innych roślin (Jones i wsp. 1993; Agrios 2000; Kapsa 2004). Objawy uwidaczniają się najpierw na liściach, ogonkach liściowych, łodygach (przeważnie w dolnej części), a także na owocach, najczęściej przy szypułce. Zgnilizna często obejmuje całe zagłębienie kielichowe i sięga w głąb miąższu.

Patogeny, które rzadziej pozyskiwano z prób roślin dostarczonych do Kliniki, należały do rodzajów: *Verticillium* spp., *Colletotrichum* spp. czy *Phytophthora* spp. (Kryczyński i Weber 2011).

Dla utrzymania plantacji w dobrej kondycji konieczne jest ciągłe prowadzenie monitoringu występowania sprawców chorób danej uprawy. Jedną z jednostek prowadzących badania diagnostyczne patogenów roślin jest Klinika Chorób Roślin i Bank Patogenów IOR – PIB w Poznaniu. Do Kliniki trafiają próbki porażonych roślin dostarczane przez hodowców i ogrodników z całej Polski. Na tej podstawie można określić z jakimi najczęstszymi problemami borykają się rolnicy, oraz które uprawy są najbardziej porażane przez patogeny grzybowe i jakie choroby są najczęściej spotykane na plantacjach roślin oraz w uprawie pod osłonami.

Wnioski / Conclusions

1. Na podstawie zebranych wyników badań stwierdzono, że największym zagrożeniem w ostatnich latach były: dla pomidorów grzyby rodzaju *Fusarium* (w szczególności *F. oxysporum*), dla truskawek również *Fusarium*, a dla ogórka *Pythium*.
2. Najczęstszym problemem, z jakim zgłaszali się do Kliniki producenci było nagłe więdnięcie rosnących obok siebie roślin, następnie redukcja plonów i przedwczesne zamieranie roślin.
3. Z porażonych roślin izolowano także potencjalnie niepatogeniczne mikroorganizmy, takie jak: *Acremonium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Chaetomium* itd.
4. Informacje pozyskane w wyniku badań dotyczące głównych sprawców chorób badanych gatunków roślin można wykorzystać przy opracowaniu ich zwalczania, w pracach hodowlanych oraz w badaniach naukowych.

Literatura / References

Agrios G.N. 2000. Significance of plant diseases. s. 25–37. W: Plant Pathology (G.N. Agrios, red.). Academic Press, London. ISBN 0-12-473276-3.

Boerema G.H., de Gruyter J., Noordeloos M.E., Hamers M.E.C. 2004. Phoma Identification Manual. Differentiation of Specific and Infra-specific Taxa in Culture. CABI Publishing, England, 448 ss. ISBN 978-08-519-974-38.

Broniarek-Niemiec A., Chałańska A., Cieślińska M., Meszka B., Łabanowska B.H., Michalecka M., Piotrowski W., Poniatowska A., Puławska J., Sobieszek B., Tartanus M., Wójcik P. 2017. Poradnik sygnalizatora ochrony truskawki (B.H. Łabanowska, red.). InHort, Skierniewice, 153 ss. ISBN 978-83-65903-31-0.

Burgess L.W., Liddell C.M., Summerell B.A. 1988. Laboratory Manual for Fusarium Research. University of Sydney, 156 ss. ISBN 09-492-69565.

Cha J.-Y., Han S., Hong H.-J., Cho H., Kim D., Kwon Y., Kwon S.-K., Crusemann M., Bok Lee Y., Kim J.F., Giaever G., Nislow C., Moore B.S., Thomashow L.S., Weller D.M., Kwak Y.-S. 2016. Microbial and biochemical basis of a Fusarium wilt-suppressive soil. The ISME Journal 10 (1): 119–129. DOI: 10.1038/ismej.2015.95

Coley-Smith J.R., Verhoeff K., Jarvis W.R. 1980. The biology of *Botrytis*. Academic Press, London, 318 ss. ISBN 978-01-217-985-05.

Elad Y., Williamson B., Tudzynski P., Delen N. 2004. *Botrytis*: Biology, Pathology and Control. Kluwer Academic Publishers, Springer, Dordrecht, The Netherlands, 403 ss. ISBN 978-1-4020-6586-6.

Ellis M.B. 2001. Dematiaceous Hyphomycetes. CABI Publishing, England, 608 ss. ISBN 978-08-519-861-80.

Fiedorow Z., Gołębniak B., Weber Z. 2008. Choroby roślin rolniczych. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, 207 ss. ISBN 978-83-7160-468-3.

Jarvis W.R. 1988. Fusarium crown and root rot of tomatoes. Phytoprotection 69: 49–64.

Jarvis W.R., Shoemaker R.A. 1978. Taxonomic status of *Fusarium oxysporum* causing foot and root rot of tomato. Phytopathology 68: 1679–1680. DOI: 10.1094/phyto-68-1679

Jones J.B., Jones J.P., Stall R.E., Zitter T.A. 1993. Compendium of Tomato Diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, USA, 100 ss. ISBN 0-89054-120-5.

Kapsa J. 2004. Nowe problemy w ochronie upraw ziemniaka przed alternarioą i zarazą. [New problems in early and late blights control of potato]. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 232: 315–324.

Kryczyński S., Weber Z. 2011. Fitopatologia. tom 2. Choroby roślin uprawnych. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 488 ss. ISBN 978-83-09-01077-7.

Marcinkowska J. 2012. Oznaczanie rodzajów grzybów *sensu lato* ważnych w fitopatologii. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 508 ss. ISBN 978-83-09-01048-7.

Simmons E.G. 2007. *Alternaria*: an Identification Manual. The American Phytopathological Society, St. Paul, USA, 775 ss. ISBN 978-00-020-400-20.

Srinivas C., Nirmala Devi D., Narasimha Murthy K., Chakrabhavi Dhananjaya Mohan, Lakshmeesha T.R., BhimPratap Singh, Naveen Kumar Kalagatur, Niranjana S.R., Abeer Hashem, Abdulaziz A. Alqarawi, Baby Tabassum, Elsayed Fathi Abd_Allah, Chandra Nayaka S., Rakesh K. Srivastava 2019. *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* causal agent of vascular wilt disease of tomato: Biology to diversity – A review. Saudi Journal of Biological Sciences 26 (7): 1315–1324.

Sutton B.C. 2004. The Coelomycetes. Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata. CABI Publishing, England, 696 ss. ISBN 978-08-519-844-69.

Ślusarski C., Anyszka Z., Dyśko J., Rogowska M., Wrzodak R. 2017. Metodyka integrowanej ochrony pomidora pod osłonami. Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice, 37 ss. ISBN 978-83-89800-45-9.

Sreenivasaprasad S., Talhinhas P. 2005. Genotypic and phenotypic diversity in *Colletotrichum acutatum*, a cosmopolitan pathogen causing anthracnose on a wide range of hosts. Molecular Plant Pathology 6 (4): 361–378. DOI: 10.1111/j.1364-3703.2005.00291.x

Williamson B., Tudzynski B., Tudzynski P., Van Kan J.A.L. 2007. *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. Molecular Plant Pathology 8 (5): 561–580. DOI: 10.1111/j.1364-3703.2007.00417.x

White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J.W. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. s. 315–322. W: PCR Protocols – A Guide to Methods and Applications (M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky, T.J. White, red.). Academic Press, London, 482 ss. ISBN 0-12-372181-4.