

Możliwości wykorzystania *Pythium oligandrum* w biologicznej ochronie roślin przed chorobami

Agnieszka Jaworska-Marosz

Pracownia Fitopatologii Roślin Ozdobnych, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa
ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice

Słowa kluczowe: *Pythium oligandrum*, mykopasożyt, żywiciela, aktywność biologiczna

Wstęp

W ostatnich latach coraz większą wagę przywiązuje się do wykorzystania skutecznych i ekologicznych metod walki z chorobami roślin. W centrum zainteresowania znalazły się możliwości ograniczenia ochrony chemicznej poprzez użycie biopreparatów. Wśród pojawiających się na rynku bioproduktów, jedynie część powstała w wyniku szerokich badań naukowych i może być używana w ochronie roślin przed chorobami. Znaczne ograniczenia związane z wprowadzaniem biopreparatu na rynek stanowią koszty ich rejestracji oraz niedostateczna ocena połowa ich biologicznej aktywności [17]. Wartość rynku biopestycydów w Europie (wykluczając produkty oparte na *Bacillus thuringiensis*) Ravensberg i Elad [17] szacują na 2,5 do 5 milionów dolarów. To bardzo mały udział w wartości rynku pestycydów, dodatkowo rozkładany na 20–30 mikroorganizmów i wiele krajów. Daje to niewielki obrót w stosunku do wysokich kosztów marketingowych. Ci sami autorzy [17] podają, że suma kosztów związanych z badaniami właściwości i rejestracji produktu przewyższa roczne przychody 10–20-krotnie. W minionych 10 latach zarejestrowano w Polsce 3 środki biologiczne zawierające jako substancje czynne wyciąg z czosnku, biohumus oraz ekstrakt z grejpfruta, a także 2 biopreparaty oparte na *Coniothyrium minitans* CAMPBELL oraz *Pythium oligandrum* DRECHSLER. Na temat tego ostatniego organizmu opublikowano szereg prac naukowych, a niniejszy artykuł jest próbą omówienia dotychczasowych badań związanych z mechanizmem oddziaływania oraz aktywnością biologiczną *P. oligandrum* w stosunku do grzybów chorobotwórczych dla roślin.

Historia badań nad *Pythium oligandrum*

Pierwsze dane dotyczące występowania *Pythium oligandrum* opublikował w 1930 roku Drechsler [8]. Autor wyizolował ten gatunek z gnijących korzeni grochu obok innych przedstawicieli tego rodzaju, w tym takich jak *P. debaryanum* HESSE i *P. ultimum* TROW, uznając go za jeden z czynników chorobotwórczych. Jednakże późniejsze badania Drechslera [9] wykazały brak chorobotwórczości *P. oligandrum* dla roślin, w związku z tym badacz wywnioskował, że gatunek ten rozwija się jako czynnik wtórny na zamierających tkankach lub jako pasożyt innych grzybów patogenicznych dla roślin. Również w badaniach Lewisa i in. [13] *P. oligandrum*, wyizolowany z uszkodzonych komórek korzeni, przy próbach zakażenia roślin nie powodował żadnych objawów chorobowych. Szczegóły dotyczące morfologii *P. oligandrum* zawarte są w monografii Waterhouse [25] opublikowanej w 1968 roku. W najnowszej systematyce omawiany gatunek zaliczono do rodziny *Pythiaceae*, rzędu *Peronosporales*, gromady *Oomycota*, królestwa *Chromista* [23].

Oddziaływanie *P. oligandrum* na inne gatunki grzybów

Wśród gatunków żywicielskich wymieniane są *Botryotrichum piluliferum* (SACCARDO & MARCHAL), *Fusarium culmorum* (W.G. SMITH.) SACC., *Gaeumannomyces graminis* (SACC.) ARX & OLIVIER, *Phialophora radiocola* var. *graminicola* DEACON, *Pythium* spp. oraz *Trichoderma* spp. [22]. Z danych Benhamou i in. [3] wynika, że *P. oligandrum* może być mykopasożytem takich gatunków, jak *Pythium ultimum*, *Pythium aphanidermatum* (EDSON) FITZPATRICK, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* W.R. JARVIS & SCHOEMAKER, *Rhizoctonia solani* KÜHN i *Verticillium albo-atrum* KLEB. Obserwacje ultrastrukturalne i cytochemiczne wykazały, że antagonizm jest złożonym procesem, zależnym od szeregu czynników. Przynajmniej dwa odmienne mechanizmy można wyodrębnić we wzajemnej relacji pomiędzy *P. oligandrum* a patogenem: mykopasożytnictwo – polegające na bliskim kontakcie między grzybniami i antybioza – prowadząca do zmian w grzybni żywiciela zanim dojdzie do bezpośredniego kontaktu z antagonistą [4].

Obserwacje mikroskopowe grzybni w strefie stykania się *P. oligandrum* i *P. ultimum*, pobranych z 2-dniowych kultur rosnących na agarze, wykazały, że grzybnia mykopasożyta, łatwo rozpoznawalna z uwagi na mniejszą średnicę strzępek, rosła wzdłuż ścian grzybni żywiciela, tworząc ciasne i zwarte wiązania [4]. W tym wczesnym stadium pasożytnictwa grzybnia *P. ultimum* była uwodniona, a wygląd powierzchni komórek był podobny do tego, obserwowanego w pojedynczych kulturach. Po 3 dniach wzrostu gatunków na jednej szalce, szybki rozwój antagonisty powodował wyraźną zmianę wyglądu grzybni żywiciela oraz utratę jej turgoru. Strzępki mykopasożyta skupiały się przy grzybni *P. ultimum*, w której było więcej wakuoli aniżeli

w kulturze rosnącej pojedynczo. Następstwem antagonistycznego oddziaływania mykopasożyta była agregacja cytoplazmy żywiciela, połączona ze zmianami wyglądu wszystkich organelii. Dodatkowo, w miejscach penetracji strzępek przez *P. oligandrum*, rozmieszczenie celulozy w ścianach komórkowych żywiciela uległo zmianie. Świadczy to, że mykopasożyt produkuje niewielkie ilości enzymów hydrolizujących ściany komórkowe, np. celulazy, w celu miejscowego osłabienia lub zniszczenia ścian grzybni, umożliwiającego penetrację do wnętrza komórki. Badania Benhamou i in. [4] wnoszą szereg nowych danych o mykopasożytnictwie *P. oligandrum* w stosunku do *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*. Już po 2 dniach wzrostu obu gatunków na jednej szalce mykopasożyt rozwijał się szybko, a jego strzępki okręcały się wokół grzybni patogena. Sploty, bardzo ciasno otaczające grzybnię żywiciela, powodowały wystąpienie sfałdowań na powierzchni zaatakowanych strzępek. Po następnym dniu sploty mykopasożyta powiększały się, a komórki żywiciela ulegały zniszczeniu. Obserwacje, pod mikroskopem świetlnym, miejsca stykania się *P. oligandrum* i *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* wskazują, że 80% grzybni patogena uległo znacznemu zniszczeniu, a z licznych komórek pozostały tylko osłonki. Oddziaływanie *P. oligandrum* na *Rhizoctonia solani*, we wczesnej fazie pasożytnictwa, tj. po 2 dniach wspólnego wzrostu na pożywce, polegało na wytworzeniu gęstych zwojów grzybni pasożyta dookoła strzępek żywiciela. W dalszym etapie zarówno grzybnia patogena, jak i mykopasożyta traciły wyraźnie turgor, a na ich powierzchni pojawiły się fałdy. Po 3 dniach grzybnia *R. solani* ulegała zniszczeniu, podczas gdy komórki *P. oligandrum* wykazywały tylko niewielkie oznaki uszkodzeń. W wypadku relacji *P. oligandrum*–*Phytophthora megasperma* DRECHSLER badania uwidocznily brak bezpośredniego kontaktu pomiędzy grzybniami, lecz strzępki patogena były omal całkowicie zniszczone, co wskazuje na działanie enzymatyczne mykopasożyta [4].

Badania Le Floch [12] wykazały, że *P. oligandrum* indukuje odporność pomidora na *Botrytis cinerea* PERS., ale tylko wtedy, gdy patogen infekuje rośliny wcześniej zainokulowane mykopasożytem. Zarówno w liściach pomidorów, pochodzących z roślin kontrolnych, jak również z zainokulowanych przez mykopasożyta lub tylko *B. cinerea*, autorzy stwierdzili niewielkie ilości białek obronnych PR-5 i PR-3. Stwierdzono natomiast zwiększenie syntezy tych białek, a nawet indukcję nowej izoformy PR-3 w liściach roślin zakażanych przez mykopasożyta i patogena [12].

Picard i in. [16] uzyskali wyniki, które wskazują, że *P. oligandrum* wydziela białkowy metabolit – oligandrin, który jest induktorem odporności pomidorów na *Phytophthora parasitica* VAN BREDA DE HAAN. Oligandrin wykazuje pewne podobieństwa do elicitorów zidentyfikowanych wcześniej u niektórych gatunków z rodzaju *Pythium*. Typową reakcją pomidorów, potraktowanych oligandrinem, był spadek żywotności patogena, objawiający się mniejszą liczbą skolonizowanych komórek roślinnych oraz widocznymi uszkodzeniami komórek *P. parasitica*. Naniesienie tego białka na grzybnię patogena nie powodowało w niej żadnych zmian. Autorzy [16] uważają, że oligandrin nie wykazuje aktywności grzybobójczej w stosunku do *P. parasitica*. Aktywność oligandrinu polega na tym, że w jego obecności w tkankach po-

midora, zainfekowanych przez patogena, mogą wydzielać się związki fenolowe. Pochodne fenoli mogą powodować impregnację ścian komórkowych, tworząc barierę trudną do sforsowania przez strzępki infekcyjne patogena lub też mogą bezpośrednio hamować wzrost grzybni. Tak więc oligandrin jest elicitynopodobną, niskocząsteczkową substancją białkową produkowaną przez *P. oligandrum* i wykazującą zdolność indukcji odporności roślin na omawiany czynnik chorobotwórczy [16].

Badania Deacona [7] wykazały, że w obecności *P. oligandrum* wzrost *Fusarium roseum* f.sp. *cerealis* [(COOKE) SNYDER & HANSEN] był o wiele wolniejszy niż czystej kultury. Dowodzi to, że badany gatunek nie wykorzystuje cukrów uwolnionych przez *F. roseum* w procesie rozkładu celulozy, lecz podczas swojego wzrostu oddziałuje antagonistycznie na tego patogena. Kolejne obserwacje wykazały, że strzępki pasożyta rozwijały się wewnątrz grzybni żywiciela. Ten sam autor stwierdził też, że badane przez niego gatunki grzybów były kolonizowane przez *Pythium oligandrum*, ale bardzo rzadko dochodziło do tworzenia się splotów wokół grzybni żywiciela, splotów, opisywanych przez Drechslera w badanych przez niego przykładach. Według Deacona [7], pojawianie się charakterystycznego okręcania się grzybni *P. oligandrum* wokół strzępek żywiciela jest wynikiem częściowej odporności na atak pasożytniczy, przykładem tego jest oddziaływanie *P. oligandrum* na *P. ultimum*. Wspomniana bardzo szybka kolonizacja zaobserwowana została na przykładzie kultury *Botryotrichum piluliferum*. Grzybnia niemalże całkowicie uległa rozkładowi po 3 tygodniach inkubacji podwójnych kultur na celofanie, a na miejscu zajmowanym przez żywiciela rozwinęła się obficie grzybnia *P. oligandrum* [7].

Antagonistyczne oddziaływanie *P. oligandrum* wobec *Fusarium solani* (MART.) SACC. f.sp. *pisi* (JONES) SNYD. et HANS., *Phoma medicaginis* MALBR. & ROUM. var. *pinodella* (JONES) BOEREMA i *Mycosphaerella pinodes* (BERK. & BLOX.) VESTERGR., powodujących zgniliznę podstawy grochu, wykazali w warunkach in vitro Bradshaw-Smith i in. [6]. Autorzy stwierdzili, że sposób oddziaływania *P. oligandrum* w stosunku do tych patogenów może być związany z dostępnością składników pokarmowych w środowisku. Przykładem tego było bezpośrednie oddziaływanie na patogeny zaobserwowane podczas wzrostu na celofanie. Wzrost *Phoma medicaginis* oraz *Mycosphaerella pinodes* został zahamowany wskutek wydzielania przez mykopasożyta lotnych antybiotyków [6].

Vesely i Kocova [23] podkreślają, że *P. oligandrum* może być nie tylko antagonistą dla patogenów glebowych, ale także dla gatunków powodujących choroby liści, w tym *Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY. Jest to jednak możliwe tylko w wypadku naniesienia oospor jako zaprawy bezpośrednio na bulwy ziemniaka.

Badając wpływ *P. oligandrum* na *Verticillium dahliae* KLEB. w doświadczeniach z kulturami podwójnymi tych gatunków Al.-Rawahi i Hancock [2], stwierdzili, że mykopasożyt ogranicza wzrost oraz formowanie mikrosklerocjów patogena. Wykazali oni też kolejne zależności, między innymi to, że populacja *V. dahliae* w ryzosferze papryki uległa znacznemu zmniejszeniu w obecności *P. oligandrum*. Warty podkreślenia jest również wzrost wagi pędów i owoców papryki rosnącej w podłożu zainfekowanym przez *P. oligandrum* [2].

Wpływ *P. oligandrum* na rośliny

Badania Martina i Hancocka [15], przeprowadzone w sterylnych warunkach, wykazały, że naniesienie oospor *P. oligandrum* na powierzchnię nasion 12 ważnych ekonomicznie gatunków roślin, należących do 6 różnych rodzin botanicznych, nie miało szkodliwego oddziaływania na siewki. Obserwacje mikroskopowe potwierdziły, że na żadnej z roślin nie pojawiła się nekroza na korzeniach [15].

Badania Reya i in. [18] opierały się na obserwacjach w mikroskopie elektronowym tkanek korzeni pomidora zainokulowanych *Pythium oligandrum*. Dowiedziono, że grzybnia mykopasożyta rozwija się na powierzchni korzeni i penetruje kutykulę, korek i epidermę. Pomimo tego nie zaobserwowano oznak nekrozy, chociaż grzybnia bujnie rozrastała się i tworzyły się liczne oospory. Mykopasożyt powodował tylko niewielkie uszkodzenia ściany komórkowej roślin w miejscu penetracji przez grzybnię. Strzępki infekcyjne były otaczane przez sieci cytoplazmatyczne, zbudowane z bezkształtnego materiału lub włókien. W miejscach, w których grzyb próbował wniknąć do rośliny, ściany komórkowe były wzmocnione i pogrubione oraz pokryte brodawkami. Dodatkowo, na powierzchni organów roślinnych, tworzyły się związki fenolowe, które ograniczały rozwój mykopasożyta. Autorzy zwrócili uwagę na fakt, że w strzępkach grzybni, które dokonały infekcji, nastąpił rozkład struktur cytoplazmatycznych [18].

Vesely i in. [22] potwierdzili, że zastosowanie *P. oligandrum* do zaprawiania nasion buraka cukrowego spowodowało zahamowanie wzrostu siewek, do momentu uformowania się liścieni. Jednakże w kolejnych stadiach rozwoju siewek zaznaczył się stymulujący wpływ mykopasożyta na rośliny. Podobne zahamowanie wzrostu ogórka w pierwszym okresie po zaprawianiu nasion stwierdzili Kinoshita i in. [10]. Badania Kratka i in. [11] wskazują na początkowy negatywny wpływ *P. oligandrum* na inokulowane rośliny ogórka, nieróżniący się od oddziaływania na nie *P. ultimum*. Różnice pojawiają się w późniejszych etapach wzrostu, kiedy obecność mykopasożyta stymuluje pobieranie fosforu, wpływa na wzrost zawartości IAA oraz przyspiesza wzrost roślin. Po tym czasie gatunek *P. ultimum* powodował zamieranie roślin [11].

Możliwości wykorzystania *P. oligandrum* w ochronie roślin

Użycie oospor *P. oligandrum* do zaprawiania nasion buraka cukrowego znacząco poprawiło wschody siewek w glebie zakażonej przez *P. ultimum* w porównaniu z nasionami nieotoczkowanymi mykopasożytem oraz nasionami zaprawianymi chemicznie. Przy ochronie chemicznej przeżywalność siewek po 18 dniach uprawy okazała się jednak wyższa aniżeli przy stosowaniu *P. oligandrum* [15]. Obserwacje prowadzone pod mikroskopem skaningowym wykazały, że na nasionach buraka, pokrytych oosporami mykopasożyta i umieszczonych w ziemi, grzybnia mykopasożyta pojawiła się już po 24

godzinach [15]. Podobne wyniki, świadczące o dużej skuteczności oospor *P. oligandrum*, osiągnęli Vesely i in. [22] w ochronie buraka cukrowego przeciwko patogenom wywołującym zgorzele siewek. W badaniach autorów efektywność stosowania *P. oligandrum* była porównywalna z ochroną chemiczną przy użyciu tiramu. Z nasion traktowanych *P. oligandrum* uzyskano więcej siewek, były one zdrowsze i miały większy ciężar aniżeli rośliny niechronione [22]. Inne badania Vesely [21] potwierdzają, że nasiona buraka traktowane *P. ultimum* oraz *P. oligandrum* kiełkują aż w 91% w porównaniu z 29% traktowanych tylko patogenem. To ochronne działanie *P. oligandrum* wystąpiło również w stosunku do *P. debaryanum*, ale było mniejsze (50%) [21].

Whipps i in. [27] wykazali, że *P. oligandrum* chroni rośliny przed grzybami zgorzelowymi siewek tylko wtedy, gdy występowały one w glebie w niewielkiej ilości. Jeśli liczebność patogenów wzrastała, działanie mykopasożyta nie było skuteczne [27]. W badaniach Benada i Pospisil [5] czynnik biologiczny ograniczał również rozwój *Tilletia tritici* (WINT.) na pszenicy. Autorzy stwierdzili bowiem, że różne sposoby aplikacji biopreparatu miały wpływ na poziom infekcji przez *Tilletia tritici* [5]. Z kolei Weber i Matak [26] udowodnili, że w warunkach laboratoryjnych oospory *P. oligandrum*, użyte do zaprawiania nasion owsa, chroniły korzenie przed *Bipolaris sorokiniana* (SACC. in SOROK.) SHOEM. i *Fusarium avenaceum* (FR.) SACC. równie skutecznie jak zaprawa nasienna Oxafun T. Natomiast zabezpieczenie siewek przed *Drechslera teres* (SACCARDO) SHOEMAKER uzyskano tylko w temperaturze 15°C. Wyniki uzyskane z doświadczeń polowych nie były jednak zadowalające. Również w ochronie rzepaku i kapusty przed *Leptosphaeria maculans* (DESM.) CES. et DE NOT., w warunkach szklarniowych, traktowanie nasion tych roślin oosporami *P. oligandrum* nie przyniosło zadowalających wyników [26].

W doświadczeniach McQuilken i in. [14] nasiona rzeżuchy i buraka cukrowego zostały pokryte oosporami *P. oligandrum* za pomocą dwóch różnych metod otoczkowania. W każdej z metod pojedyncze nasiono połączono z dawką 10^4 oospor, które kiełkowały w 9–19%, niezależne od użytej metody. Obydwa sposoby zaprawiania nasion przyniosły oczekiwaną skuteczność poprzez ograniczenie porażenia nasion rzeżuchy przez *P. ultimum* oraz *Rhizoctonia solani*. Skuteczność ochrony przed tymi patogenami była porównywalna ze stosowaniem fungicydów [14]. O redukcji porażenia siewek rzeżuchy przez *P. ultimum*, wyrosłych z nasion zaprawianych *P. oligandrum*, donoszą w swojej pracy Al-Hamdani i in. [1]. Użycie oospor *P. oligandrum* ograniczyło porażenie nasion buraka cukrowego, umieszczonych w podłożu zakażonym przez *Aphanomyces cochlioides* DRECHS. i *Pythium* spp. Ochrona była porównywalna do tej osiąganą przy użyciu hymeksazolu. Jednakże zarówno zastosowanie oospor, jak i środka chemicznego przynosiło zadowalające wyniki tylko przy niskiej liczebności inokulum patogena w glebie. Wysoka liczebność patogena sprawiała, że ani oospory *P. oligandrum* ani hymeksazol nie chroniły nasion [14].

Na bazie *P. oligandrum* produkuje się biopreparat o nazwie handlowej Polyversum, zawierający 10^6 oospor tego mykopasożyta w 1 g. W badaniach Waksmundzkiej

i Mazura [24] biopreparat zastosowany do ochrony bazylii przed *Fusarium oxysporum* dawał dobre rezultaty, natomiast był mało skuteczny w ochronie tej rośliny przed *Botrytis cinerea*. W doświadczeniach Saniewskiej [19] biopreparat, dodany do podłoża sztucznie zakażonego przez *Fusarium oxysporum* SCHLECHT f.sp. *callistephi*, istotnie obniżał liczebność jednostek propagacyjnych patogena; ta redukcja liczebności grzyba miała wpływ na ograniczenie występowania fuzariozy naczyniowej w nasadzeniach astra chińskiego. Zaprawianie biopreparatem korzeni astrów przed sadzeniem do sterylnego podłoża stymulowało wcześniejsze rozwijanie się pąków kwiatostanowych i intensywniejszą zieleń liści. Potwierdza to pozytywny wpływ mykopasożyta na rośliny [19].

Przeprowadzone przez Skrzypczaka [20] badania *in vitro* wpływu *P. oligandrum* na *Fusarium oxysporum* SCHLECHT f.sp. *tulipae* dowiodły, że moczenie cebul zainfekowanych przez patogena w zawieszynie oospor mykopasożyta spowodowało znaczne ograniczenie rozwoju nekrozy. Również w doświadczeniu szklarniowym dowiedziono, że opryskanie cebul zawiesziną oospor w terminie 3 lub 6 dni przed ich sadzeniem do zakażonego podłoża zabezpieczyło je przed porażeniem korzeni patogena. Podobne wyniki uzyskał autor, stosując zawieszinę oospor *P. oligandrum* do podlania roślin. Taki zabieg dodatkowo stymulował rozwój korzeni i wzrost ich wagi. Przy moczeniu bulw mieczyka w zawieszynie oospor mykopasożyta autor [20] uzyskał podobny efekt ochrony bulw przed *F. oxysporum* SCHLECHT f.sp. *gladioli*, jak przy użyciu karbendazynu.

Zastosowanie oospor *P. oligandrum* do ochrony nasion nie przysparza trudności, ponieważ łatwo jest je wyprodukować i nanieść na ich powierzchnię. Problem stanowi jednak fakt, że patogeniczne gatunki z rodzaju *Pythium* mogą infekować nasiona szybciej, zanim rozwinie się *P. oligandrum* [23].

Podsumowanie

Pythium oligandrum jest biologicznym czynnikiem mającym duże szanse do komercyjnego wykorzystania. Gatunek ten tworzy bowiem szybko oospory nadające się do użycia jako czynnik aktywny. Może on zasiedlać grzybnię żywiciela, wydzielając enzymy niszczące lub uszkodzające ściany komórkowe oraz metabolity o działaniu hamującym rozwój patogenów roślin [23]. Wydzielane przez ten gatunek niskocząsteczkowe białko – oligandrin, wykazuje zdolność indukcji odporności roślin na czynniki chorobotwórcze [16]. Na podkreślenie zasługuje również dość liczna, dowiedziona doświadczalnie grupa potencjalnych żywicieli *P. oligandrum*. Szersze poznanie możliwości działania tego mykopasożyta pozwoli na jego lepsze wykorzystanie w ochronie biologicznej. Szczególnie istotne wydaje się ustalenie kolejnych patogenów roślinnych wrażliwych na jego działanie oraz znalezienie optymalnego okresu zastosowania *Pythium oligandrum*. Oddzielnym problemem wymagającym rozwiązania jest dobór właściwego, najbardziej skutecznego sposobu aplikacji mykopasożyta do gleby lub podłoża.

- [1] Al-Hamdani A.M., Lutchmeah R.S., Cooke R.C. 1983. Biological control of *P. ultimum* induced damping off by treating cress seed with the mycoparasite *Pythium oligandrum*. *Plant Pathol.* 32: 449–454.
- [2] Al-Rawahi A.K., Hancock J.G. 1998. Parasitism and biological control of *Verticillium dahliae* by *Pythium oligandrum*. *Plant Disease* 82: 1100–1106.
- [3] Benhamou N., Rey P., Cherif M., Hockenull J., Tirilly Y. 1997. Treatment with the mycoparasite *Pythium oligandrum* triggers of defence-related reactions in tomato roots when challenged with *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Phytopathology* 87: 108–122.
- [4] Benhamou N., Rey P., Picard K., Tirilly Y. 1999. Ultrastructural and cytochemical aspects of the interaction between the mycoparasite *Pythium oligandrum* and soilborne plant pathogens. *Phytopathology* 89: 506–517.
- [5] Benada J., Pospisil A. 1999. Antagonistic microorganisms and medium moisture as possible sources of variation in common bunt (*Tilletia tritici*) incidence. *Plant Protection Sci.* 35: 121–123.
- [6] Bradshaw-Smith R.P., Whalley W.M., Craig D.C. 1991. Interactions between *Pythium oligandrum* and the fungal footrot pathogens of peas. *Mycol. Res.* 95: 861–865.
- [7] Deacon J. 1976 Studies on *Pythium oligandrum* an aggressive parasite of other fungi. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 66: 383–391.
- [8] Drechsler C. 1930. Some new species of *Pythium*. *J. Wash. Sci. Acad.* 20: 398–418.
- [9] Drechsler C. 1943. Two species of *Pythium* occurring in southern states. *Phytopathology* 4: 261–299.
- [10] Kinoshita T., Ichitani T. 1998. Hyphal interactions between *Pythium ultimum* and a mycoparasite, *P. oligandrum* – light microscopic observation of their interface in and around cucumber roots in soil. *Nippon-Kingakukai-Kaiho* 39: 159–168.
- [11] Kratka J., Bergamowa E., Kudelova A. 1994. Effect of *Pythium oligandrum* and *Pythium ultimum* on biochemical changes in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 101: 406–413.
- [12] Le Floch G., Rey P., Renault A.S., Benhamou N., Tirilly Y. 2001 *Pythium oligandrum*-mediated induced resistance against grey mould of tomato associated with pathogenesis-related proteins. *IOBC WPRS Bul.* 24(3): 287–290.
- [13] Lewis K., Whipps J.M., Cooke R.C. 1989. Mechanisms of biological disease control with special reference to the case study of *Pythium oligandrum* as an antagonist. W: *Biotechnology of Fungi for Improving Plant Growth*. J.M. Whipps i R.D. Lumdsen (red.), Cambridge University Press, Cambridge: 191–217.
- [14] McQuilken M.P., Whipps J.M., Cooke R.C. 1990. Control of damping-off in cress and sugar-beet by commercial seed-coating with *Pythium oligandrum*. *Plant Pathol.* 39: 452–462.
- [15] Martin F.N., Hancock J.G. 1987. The use of *Pythium oligandrum* for biological control of preemergence damping-off caused by *P. ultimum*. *Phytopathology* 77: 1013–1020.
- [16] Picard K., Ponchet M., Blein J.P., Rey P., Tirilly Y., Benhamou N. 2000. Oligandrin. A proteinaceous molecule produced by the mycoparasite *Pythium oligandrum* induces resistance to *Phytophthora parasitica* infection in tomato plants. *Plant Physiol.* 124: 379–395.

- [17] Ravensberg W., Elad Y. 2002. Current status of biological control of diseases in greenhouse crops – a commercial perspective. *IOBC WPRS Bull.* 25(1): 225–231.
- [18] Rey P., Benhamou N., Wulff E., Tirilly Y. 1998. Interactions between tomato (*Lycopersicon esculentum*) rot tissues and the mycoparasite *Pythium oligandrum*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 53: 105–122.
- [19] Saniewska A. 2001. Możliwości wykorzystania biopreparatu Polyversum w ochronie astrów chińskich przed *Fusarium oxysporum* f.sp. *callistephi*. XLI Sesja Naukowa Instytutu Ochrony Roślin, Streszczenia. Poznań, 8–9 lutego 2001: 233–234.
- [20] Skrzypczak C. 2002. *Pythium oligandrum* in the control of formae sp. *Fusarium oxysporum* on bulbous plants. COST 830 WG2 Meeting, Budapest, June 21–22.
- [21] Vesely D. 1978. Biological protection of emerging sugar beet against damping-off established by mycoparasitism in non-sterilized soil. *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene* 133: 436–443.
- [22] Vesely D., Vancura V., Kunc F. 1989. Biological control of damping-off pathogens by treating sugar-beet seed with powdery preparation of the mycoparasite *Pythium oligandrum* in large-scale field trials. Interrelationships Between Microorganisms and Plants in Soil. Proceedings of an International Symposium, Libice, Czechoslovakia, June 22–24, 1987: 445–449.
- [23] Vesely D., Kocova L. 2001. *Pythium oligandrum* as the biological control agent the preparation of Polyversum. *Bull. Pol. Ac. Sci. Biol.* 49: 209–218.
- [24] Waksmundzka A., Mazur S. 2001. Polyversum and chitosan activity against pathogenic fungi of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Bull. Pol. Ac. Sci. Biol.* 49: 219–222.
- [25] Waterhouse G.M. 1968. The genus *Pythium* Pringsheim. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
- [26] Weber Z., Matak J. 1999. Effectiveness of Polyversum in the protection of barley and some cruciferous plants against diseases. *Bull. Pol. Ac. Sci. Biol.* 47: 221–224.
- [27] Whipps J.M., Budge S.P., McQuilken M.P. 1992. Use of *Coniothyrium minitans* and *Pythium oligandrum* as disease biocontrol agents. *Phytoparasitica* 20: 107–111.

Possibility of *Pythium oligandrum* use in biological control of plant diseases

Key words: *Pythium oligandrum*, mycoparasite, host, biological activity

Summary

Recently considerable research activity in plant pathology has focused on fungal antagonism because of a chance to replace the chemical protection. Many scientists reported *Pythium oligandrum* as an aggressive colonizer capable of attacking a wide range of plant-pathogenic fungi. The following article is an attempt to evaluate the studies having been conducted so far and are connected with the mechanism of interaction and biological activity of *P. oligandrum* in case of plant pathogens.