

کاربرد شبه‌قارچ *Pythium oligandrum* به عنوان یک قارچ‌کش زیستی

زهرا میرسلیمانی^۱ و رضا مستوفی‌زاده قلم‌فرسا^{۲*}

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی، بخش گیاهپزشکی، دانشگاه شیراز

۲- استادیار بیماری‌شناسی گیاهی، بخش گیاهپزشکی، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۲۱

میرسلیمانی، ز. و مستوفی‌زاده قلم‌فرسا، ر. ۱۳۹۰. کاربرد شبه‌قارچ *Pythium oligandrum* به عنوان یک

قارچ‌کش زیستی. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۱(۱): ۴۳-۵۲.

چکیده

اهمیت حفاظت از گیاهان، هم‌زمان با نیاز به افزایش تولید محصولات کشاورزی با کیفیت مناسب، بیش از گذشته مورد توجه قرار گرفته است. جستجو برای یافتن ریزجانداران مناسب و کاربردی برای مبارزه زیستی، مطالعه روی نحوه عمل و شرایط بهینه استفاده از آن‌ها، برای مدیریت موفق بیماری‌های گیاهی ضروری است. یکی از این ریزجانداران، شبه‌قارچ *Pythium oligandrum* است، که قادر به زندگی پوده‌رستی در خاک می‌باشد و دارای خاصیت تعارضی و فرانگلی روی تعدادی از بیمارگرهای خاک‌زاد است. این شبه‌قارچ روی ۱۲ گونه از گیاهان زراعی، متعلق به شش تیره بیماری‌زا نیست و تنها در سطح ریشه آن‌ها حضور دارد. آن که برای مبارزه با طیف وسیعی از بیمارگرهای گیاهان زراعی استفاده شده، اثر معنی‌داری روی تحریک رشد گیاهان نیز دارد و در نتیجه می‌تواند سبب افزایش محصول نیز گردد.

واژه‌های کلیدی: بیمارگر، پوده‌رست، تعارض، فرانگل، *Pythium*

* مسئول مکاتبه، پست الکترونیک: rmostofi@shirazu.ac.ir

مقدمه

کاربرد بی‌رویه آفت‌کش‌های شیمیایی از جمله قارچ‌کش‌ها، می‌تواند همراه با اثر سوء بر محیط زیست باشد. باقیمانده‌ی سموم شیمیایی در محصولات کشاورزی و مواد غذایی نیز همواره سلامتی انسان را تهدید می‌کند. امروزه انسان با استفاده از کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات نباتی تعادل طبیعی را که به عنوان سپری از شیوع بیماری‌ها و آفات جلوگیری می‌نمود، را دستخوش تغییر و در معرض تهدید قرار داده است. لذا در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی برای یافتن آفت‌کش‌های غیر شیمیایی، خصوصاً قارچ‌کش‌های زیستی صورت گرفته است. منشاء این قارچ‌کش‌ها می‌تواند ریزجانداران موجود در خاک باشد. خاک یک محیط زیست بسیار پیچیده و حاوی جانداران مختلف است. ریزجانداران مفید خاک مانند قارچ‌ها و شبه قارچ‌ها حجم زیادی از خاک اطراف ریشه‌ی گیاهان و منطقه‌ی فراریشه را اشغال می‌کنند. همچنین گونه‌های مفید این ریزجانداران در خاک به فراوانی یافت می‌شوند و به صورت عوامل کنترل‌کننده طبیعی بیمارگرها عمل می‌کنند (Cook, 2000).

۱- مبارزه زیستی

اولین بار در سال ۱۹۱۶ میلادی واژه مبارزه زیستی (biological control) به عنوان روش استفاده از یک جاندار برای مبارزه با جاندار دیگر ابداع شد و از آن زمان این روش مبارزه به تدریج مورد توجه قرار گرفت و مفاهیم آن به تدریج گسترده‌تر شد به طوری که در سال ۱۹۶۴ میلادی دوباخ (De Bach) تعریف علمی دقیقی از این نوع مبارزه را به این شرح ارائه کرد: اتخاذ هر روش به‌کارگیری مستقیم و یا غیرمستقیم ریزجانداران به نحوی که منجر به کاهش وقوع بیماری یا کاهش شدت آن شود، تحت عنوان مبارزه زیستی شناخته می‌شود. البته استفاده از این روش مبارزه دارای محدودیت‌هایی از قبیل مشکلات مربوط به شناسایی ریزجانداران بازدارنده بیمارگرها، اطمینان از بی‌ضرر بودن آن‌ها برای گیاهان، روش مناسب تولید انبوه و نگهداری آن‌ها، فرمولاسیون مناسب برای مصرف، میزان پایداری آن‌ها در خاک و یافتن جدایه‌های مقاوم آن‌ها به شرایط نامساعد محیطی نیز است. شاید بتوان شناسایی خاک‌های بازدارنده و ورود واژه تعارض (antagonism) به علم بیماری‌شناسی گیاهی را سرآغاز توجه محققین به اهمیت مبارزه زیستی دانست (Baker, 1987; Cook & Baker, 1983).

۲- خصوصیات *Pythium oligandrum*

شبه‌قارچ *Pythium oligandrum* Drechsler دارای اسپورانژیوم خوشه‌ای شکل، اغلب به صورت انتهایی و گاه نیز به صورت بین ریشه‌ای می‌باشد. زئوسپورها در دمای ۲۰-۱۸ درجه سانتی‌گراد شگل گرفته، از طریق لوله تخلیه ۲۰-۱۵ میکرومتری آزاد می‌شوند. پرگنه آن روی محیط کشت CMA (عصاره ۴۰ گرم ذرت در یک لیتر آب آگار) به صورت زیر سطحی و روی محیط کشت PCA (عصاره ۲۰ گرم هویج، ۲۰ گرم سیب‌زمینی در یک لیتر آب آگار) بدون شکل و حاشیه مشخص تشکیل می‌شود. اگونیوم‌ها خاردار و به صورت انتهایی و بین ریشه‌ای هم در آب و هم در محیط کشت HSA (عصاره ۶۰ گرم شاهدانه در یک لیتر آب آگار) تشکیل می‌شوند. اسپور، اگونیوم را پر نمی‌کند (aplerotic) و آنتریدیوم اغلب دیده نمی‌شود. دمای کمینه، بیشینه و بهینه رشد آن به ترتیب ۷، ۳۷ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. این شبه‌قارچ به صورت پوده‌رست (saprophyte)، در خاک زندگی می‌کند (رهنما، Brozova, 2002, ۱۳۷۷). این شبه‌قارچ از ایران گزارش شده است (Mostowfzadeh-Ghalamfarsa & Banhashemi, 2005).

۳- تاثیر *P. oligandrum* بر بیمارگرها

از این شبه‌قارچ برای مبارزه زیستی با تعداد زیادی از عوامل بیماری‌زای گیاهی استفاده شده است و اثر تعارضی آن بر طیف وسیعی از قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی، از جمله عوامل ایجاد کننده پوسیدگی‌های ریشه، مرگ گیاهچه، لکه برگ‌ها، پژمردگی‌های آوندی، پوسیدگی بذر، قارچ‌های بیماری‌زای مهم غلات مانند عوامل بیماری‌های سیاهک و پاخوره گندم، به اثبات رسیده است (Al-Rawahi & Hancock, 1988; Benhamou *et al.*, 1999; Brozova, 2002). مؤثرترین جدایه این شبه‌قارچ *P. oligandrum* DV74 است که برای اولین بار از کشور چک جداسازی شده است (Milofsky 2007, Brozova 2002). نام تعدادی از قارچ‌ها و شبه‌قارچ‌هایی که این شبه‌قارچ اثر تعارضی بر آنها دارد در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- تعدادی از قارچ‌ها و شبه‌قارچ‌هایی که شبه‌قارچ *Pythium oligandrum* اثر تعارضی بر آن‌ها دارد (Brozova, 2002).

<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Phoma medicaginis</i> var. <i>pinodella</i>
<i>Aphanomyces cochlioides</i>	<i>Phytophthora megasperma</i>
<i>Botryotrichum piluliferum</i>	<i>Pythium aphanidermatum</i>
<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Pythium graminicola</i>
<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Pythium irregul</i>
<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Pythium nunn</i>
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i>	<i>Pythium spanosum</i>
<i>Fusarium solani</i> f.sp. <i>pisi</i>	<i>Pythium ultimum</i>
<i>Gaeumannomyces graminis</i>	<i>Pythium vexans</i>
<i>Mycosphaerella pinodes</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>
<i>Ophiostoma</i> sp.	<i>Trichoderma aureoviride</i>
<i>Phialophora</i> sp.	<i>Verticillium albo-atrum</i>

۴- *P. oligandrum* به عنوان یک قارچ کش زیستی تجارتنی

این شبه‌قارچ در قالب یک محصول صنعتی به شکل‌های پودر قابل تعلیق در آب و دانه‌ای به بازار عرضه شده است (Milofsky, 2007). این قارچ کش زیستی را می‌توان روی محصولات کشاورزی مانند گیاهان زراعی شامل گندمیان، گیاهان علوفه‌ای، کدوییان، سبزیجات، درختان زینتی و گیاهان استوایی و علفی و چمن به صورت پوشش بذر، خیساندن خاک، محلول‌پاشی و استفاده درون سیستم آبیاری به کار برد (Martin & Hancock, 1987; Milofsky, 2007). کارکرد مؤثر *P. oligandrum* نیاز به یک محیط مرطوب و دمای حدود ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت سه تا چهار ساعت در ابتدای مصرف دارد. شرایط خشک شروع فعالیت را تا افزایش رطوبت قابل دسترس به تأخیر می‌اندازد (Brozova, 2002; Milofsky, 2002).

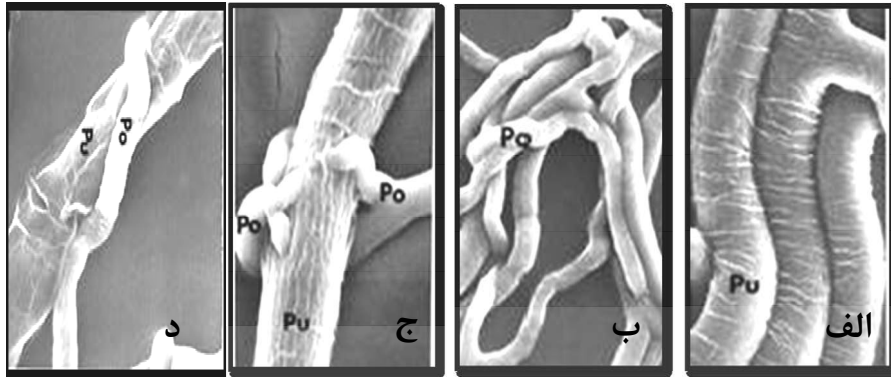
فرآورده‌ای به نام پلی‌ورسوم (Polyversum) در سال ۱۹۹۴ عرضه شده که حاوی اسپوره‌های *P. oligandrum* است (Brozova, 2002). این فرآورده برای ضدعفونی نهال درختان و بذر و نیز کنترل بیماری

مرگ گیاهچه کدوییان و گندم به ثبت رسیده است. همچنین فرآورده‌ای به نام پلی‌گاندرون (Polygandron) نیز براساس این قارچ ساخته شده و برای مبارزه با *P. ultimum* روی چغندر استفاده می‌شود. استفاده از پلی‌گاندرون روی بذر چغندر قند، بوته‌های سالم‌تری را به وجود می‌آورد که هم از نظر تعداد بذر جوانه‌زده و هم از لحاظ ارتفاع بوته‌ها و وزن تر در مقایسه با شاهد تیمار نشده در شرایط مناسب‌تری قرار دارند (رهنما و کوک، ۱۳۷۷؛ Martin & Hancock, 1987; Brozova, 2002). اثر قارچ‌کشی پلی‌گاندرون بر بیماری بوته‌میری چغندرقند نیز تقریباً برابر با قارچ‌کش تیرام است (Vesely et al., 1984). یک روز پس از کاشته شدن بذر چغندرقند در خاک آلوده به *P. ultimum*، شبه‌قارچ عامل بیماری سطح ۷۷ درصد از بذرهای تیمار نشده با اسپور *P. oligandrum* را پوشاند، اما فقط ۱۰ درصد از بذرهای آغشته شده با اسپور این متعارض را توانست دربرگیرد. همچنین در صورتی که مزرعه از قبل به *P. ultimum* آلوده باشد افزایش معنی‌دار جوانه‌زنی بذر تیمار شده با متعارض در مقایسه با بذور تیمار نشده دیده می‌شود (Vesely, 1977; Martin & Hancock, 1987). با بررسی فراریشه چغندرقند درمی‌یابیم که *P. oligandrum* از اعضای فراریشه چغندرقند نیست و برای استفاده از آن بایستی به خاک اضافه یا به نحوی وارد آن شود (Mcquilken, 1990). از دیگر اثرات *P. oligandrum* نیز تأثیر معنی‌دار آن روی کاهش میزان هاگ‌زایی قارچ‌ها و شبه‌قارچ‌های میزبان است چنان که می‌تواند سبب کاهش تولید زئوسپور در *P. ultimum* و کاهش کنیدیوم‌زایی در گونه‌های مختلف فوزاریوم گردد (Benhamou et al., 1999). همچنین گزارشی از عملکرد مطلوب این شبه‌قارچ در مورد بیماری مهم پاخوره گندم در زمین‌های زراعی به دست آمده که نتایجی در حد استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی بوده است (Vesely & Kaubova, 1993).

این نکته را باید در نظر گرفت که شرایط خاک با محیط کشت و آزمایشگاه متفاوت است، لذا باید با برقراری تناوب زراعی مناسب، افزودن مواد اصلاح‌کننده و محرک رشد و تکثیر متعارضین بیمارگرها، تغییر اسیدیته، بهبود تهویه خاک و سایر روش‌ها زمینه را برای حضور کارآمدتر این شبه‌قارچ فراهم کرد (رخشانی و طاهری، ۱۳۸۵).

۵- نحوه اثر *P. oligandrum*

مهم‌ترین نحوه اثر این شبه‌قارچ، فرآنگلی (hyperparasitism) ریشه قارچ یا شبه‌قارچ میزبان (شکل ۱) است



شکل ۱- اثر فراانگلی *Pythium oligandrum* بر *Pythium ultimum*، الف- ریشه‌های قطور *P. ultimum*، ب- ریشه‌های *P. oligandrum* حاصل از رشد و نمو اسپورها، ج- رشد در طول ریشه میزبان و برقراری تماس محکم با آن، د- ایجاد چروکیدگی و از بین بردن دیواره ریشه میزبان (Martin & Hancock, 1987).

(Brozova, 2002; Martin & Hancock, 1987). حساسیت بیمارگرها به این انگل بستگی به سن ریشه آن‌ها دارد و هر چه ریشه جوان‌تر باشد، حساس‌تر است (Vesely, 1977). ریشه‌های بیمارگر میزبان در تماس با این انگل دچار تغییر ساختاری می‌شوند که شدت آن بسته به گونه قارچ متفاوت است. این انگل ریشه میزبان را سوراخ کرده، مواد غذایی مورد نیاز را از این طریق تأمین می‌کند (Benhamou *et al.*, 1999; Brozova, 2002). در حضور قارچ میزبان و به واسطه استرول به دست آمده از تجزیه ریشه میزبان، *P. oligandrum* آگونیوم فراوانی تولید کرده و جوانه‌زنی اسپورها نیز افزایش می‌یابد این در حالی است که تولید اندام‌های تولیدمثلی در حضور قارچ‌های مقاوم و غیر میزبان بسیار اندک است (Vesely, 1977).

این شبه قارچ فراریشه (rhizosphere) گیاهان را احاطه کرده، به واسطه توانایی رقابت و انگلی زیاد، باعث مهار تعداد زیادی از بیمارگرهای خاک‌زی، که سبب مرگ گیاهچه و پوسیدگی ریشه در گیاهان می‌شوند، می‌گردد (Brozova, 2002; Milofsky, 2007). آن با تولید یک پروتئین با وزن کم مولکولی به نام الیگاندترین (oligandrin) واکنش‌های دفاعی را در گیاه تحریک کرده، سبب القای مقاومت در گیاه میزبان می‌شود، بنابراین می‌توان، به عنوان یک شبه قارچ تولیدکننده مواد تحریک‌کننده مقاومت گیاهان معرفی گردد (Benhamou *et al.*, 2001, Takenaka *et al.*, 2003). همچنین باعث افزایش ترشح اکسین و در نتیجه سبب افزایش رشد گیاه می‌شود

که به عنوان مثال می‌توان به تاثیر مثبت *P. oligandrum* بر رشد خیار سبز و اثر بازدارندگی آن بر *P. ultimum* که در نهایت باعث رشد بهینه گیاه می‌شود، اشاره کرد (Kratka et al., 1994).

۶- کاربرد *P. oligandrum* در مزرعه

تیمار بذر نخود با فرآورده‌های تجاری این شبه قارچ، باعث کنترل بیماری پوسیدگی بذر و بوته‌میری نخود در مزرعه شده است (Terapero et al., 1990). همچنین تیمار بذر گوجه‌فرنگی با اسپورهای این شبه‌قارچ یا همان پلی‌ورسوم در مزارع گوجه‌فرنگی بوته‌میری ناشی از *P. ultimum* و *Rhizoctonia solani* را به ترتیب ۷۹ و ۶۴ درصد کاهش داده است (He et al., 1992). بوته‌میری چغندر قند ناشی از *R. solani* به وسیله تیمار بذر آن با فرآورده *P. oligandrum* کاهش می‌یابد. سطح کنترل در این روش برابر با سم‌پاشی با قارچ‌کش‌های شیمیایی است (Wipps et al., 1993).

۷- نتیجه

از آن جا که قوانین سخت‌گیرانه، محدودیت‌های فراوانی برای مصرف سموم به وجود آورده است، توجه همگان به مبارزه زیستی به خصوص برای مبارزه با بیماری‌های خاک‌زاد جلب گردیده است. در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورها نظیر جمهوری چک، لهستان، اسلواکی، استرالیا و آلمان *P. oligandrum* به عنوان یک قارچ‌کش زیستی به ثبت رسیده و مورد استفاده قرار می‌گیرد (Brozova, 2001). همچنین در ایالات متحده آمریکا، محصولات کشاورزی که در تولید آن‌ها از *P. oligandrum* استفاده شده، توسط مراجع رسمی سلامت غذا و دارو آزمایش شده و مورد تایید قرار گرفته‌اند (Milofsky, 2007). اگر چه پژوهش‌هایی در مورد اثر تعارضی قارچ‌ها و باکتری‌های مختلف بر قارچ‌ها (بهبودی و همکاران، ۱۳۷۷) و نماتدهای (احمدی و همکاران، ۱۳۷۷) بیماری‌زای گیاهی در ایران صورت گرفته اما استفاده از قارچ‌کش‌های زیستی در کشور ما بسیار محدود بوده و تعداد بسیار کمی از آن‌ها به ثبت رسیده‌اند (رخشانی و طاهری، ۱۳۸۵). گزارش وجود این شبه‌قارچ در خاک‌های کشاورزی ایران (Mostowfizadeh- & Banihashemi, 2005)، زمینه مناسبی را برای مطالعه و استفاده از آن به عنوان قارچ‌کش زیستی ایجاد می‌کند. از آن جا که محصولاتی مانند چغندر قند، گندم، خیار، گوجه‌فرنگی، حبوبات و سایر گیاهانی که می‌توان از این قارچ‌کش در جهت تولید بهینه و سالم آن‌ها استفاده کرد، همگی جزء محصولات مهم و حیاتی در کشور ما

محسوب می‌شوند، تولید تجارتي و کاربرد آن می‌تواند باعث کاهش مصرف سموم شیمیایی و تولید محصولات عاری از هر گونه ماده شیمیایی گردد. بدیهی است که در راستای ترویج و گسترش استفاده از این گونه فرآورده‌های زیستی حمایت نهادهای دولتی و خصوصی در عرصه تولید، توزیع و فروش آن به منظور دسترسی آسان و ارزان کشاورزان موجب استقبال آنان خواهد شد.

منابع

- احمدی، ع.، شریفی تهرانی، ع.، خیری، الف. و حجارود، ق. ۱۳۷۷. بررسی اثر جدایه‌هایی از قارچ‌های *Paecilomyces* و *Fusarium solani* در کنترل زیستی نماتد مولد سیست چغندر قند در شرایط اتاقک کشت. خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی، کرج، ایران، ص ۱۳۰.
- بهبودی، ک.، شریفی تهرانی، ع.، حجارود، ق. و زاد، ج. ۱۳۷۷. بررسی اثر آنتاگونیستی جدایه‌های تریکودرما و گلیوکلادیوم روی قارچ *Phytophthora capsisci* عامل بیماری بوته‌میری فیتوفترایی فلفل. خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی، کرج، ایران، ص ۳۱.
- رخشانی، الف.، طاهری، ع. ۱۳۸۵. اصول سم‌شناسی کشاورزی، جلد دوم: قارچ‌کش‌ها، باکتری‌کش‌ها و نماتدکش‌های بیولوژیک. انتشارات فرهنگ جامع، ۴۴۶ص.
- رهنما، ک. ۱۳۸۰. اهمیت میکوپارازیت‌ها در کنترل بیماری‌های گیاهی خاکزی و معرفی ترکیبات نوین زیستی. علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۴: ۱۲۱-۱۱۱.
- رهنما، ک. و کوک، الف. س. ۱۳۷۷. بررسی اثر میکوپارازیت‌سیم روی اسپور و اسپورانژیوم *Pythium ultimum* به وسیله *Pythium oligandrum*. خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی، کرج، ایران، ص ۳۰۲.
- AL-Rawahi, A. K. & Hancock, J. G. 1998. Parasitism and biological control of *Verticillium dahliae* by *Pythium oligandrum*. *Plant Disease* 82: 1100-1106.
- Baker, K. F. 1987. Evolving concept of biological control of plant pathogen. *Annual Review of Phytopathology* 25: 67-85.

- Benhamou, N. R. P., Cherif, M., Hockenhull, J. & Tirilly, Y. 1997. Treatment with the mycoparasite *Pythium oligandrum* triggers induction of defense-related reaction in tomato roots when challenge with *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Phytopathology* 87: 108-121.
- Benhamou, N. Rey, P., Picard, K. & Tirilly, Y. 2001. Oligandrin, the elicitor-like protein produced by the mycoparasite *Pythium oligandrum*, induces systemic resistance to *Fusarium crown and root rot* in tomato plants. *Plant Physiology and Biochemistry* 39: 681-698.
- Benhamou, N., Rey, P., Picard, K. & Tirilly, Y. 1999. Ultrastructure and cytochemical aspects of the interaction between the mycoparasite *Pythium oligandrum* and soilborne plant pathogens. *Phytopathology* 89: 506-517.
- Brozova, J. 2002. Exploitation of the mycoparasitic fungus *Pythium oligandrum* in plant protection. *Plant Protection Science* 38: 29-35.
- Cook, R. J. 2000. Advance in plant health management in 20th century. *Annual Review of Phytopathology* 38: 95-116.
- Cook, R. J. & Baker, K. F. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogen. APS Press, MN, USA, 539p.
- Deacon, I. W. 1991. Significance of ecology in the development of biocontrol agent against soil-borne plant pathogens. *Biocontrol Science and Technology* 1: 5-20.
- He, S. S., Zhang, B. X. & Ge, Q. X. 1992. On the antagonism by hyperparasite *Pythium oligandrum*. *Acta Phytopathology Sinica* 22: 77-82.
- Kratka, J., Bergmanova, E. & Kudelova, A. 1994. Effect of *Pythium oligandrum* and *Pythium ultimum* on biochemical changes in cucumber (*Cucumis sativa* L.). *Z. Pfl.-Krank. Pfl. Schutz* 101: 406-416.
- Martin, F.N. & Hancock, J.G. 1987. The use of *Pythium oligandrum* for biological control of premergence damping-off caused by *P. ultimum*. *Phytopathology* 77: 1013-1020.

-
- 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 Pathology* 39: 452-462.
- Milofsky, T. 2007. Biopesticide Registration Action Document for *Pythium oligandrum* DV 74. U.S. Environmental Protection Agency, USA, 28p.
- Mostowfizadh-Ghaiamfarsa, R. & Banihashemi, Z. 2005. Identification of soil *Pythium* species in Fars province of Iran. *Iranian Journal of Science and Technology* 29: 79-87.
- Picard, K., Ponchet, M., Blein, J. & Benhamou, N. 2000. Oligandrin, a proteinaceous molecule produced by the mycoparasite *Pythium oligandrum* induces resistance infection in tomato plants. *Plant Physiol.* 124: 379-375.
- Trapero, A., Kaiser, W. & Ingrum, D. 1990. Control of *Pythium* seed rot and pre emergence damping off of chick pea in the U.S. *Plant Disease* 74: 563-569.
- Takenaka, S., Nishio, Z. & Nakamura, Z. 2003. Induction of defense reactions in sugar beet and wheat by treatment with cell wall protein fractions from the mycoparasite *Pythium oligandrum*. *Phytopathology* 93: 1228-1232.
- Vesely, D. 1977. Potential biological control of damping off pathogens in emerging sugar beet by *Pythium oligandrum* Drechsler. *Phytopathology* 90: 113-115.
- Vesely, R. & Hejdanek, S. 1984. Microbial relations of *Pythium oligandrum* and problem in the use of the organism for the biological control of damping off of sugar beet. *Microbiology* 139: 257-262.
- Vesely, D. & Kaubova, D. 1993. The effect of *Pythium oligandrum* on the health condition of winter wheat roots. *Journal of Ochrana Rostlin* 29(3): 193-202.
- Whipps, J. M., Mcquilen, M. P. & Budge, S. P. 1993. Use of fungal antagonists for biocontrol of damping-off and *Sclerotinia* diseases. *Pesticide Science* 37: 309-313.