Archive of SID

بیماریهای گیاهی، جلد ۴۱، ۱۳۸۴

پوسیدگی صورتی سیب‌زمینی معیاری برای تفکیک *Phytophthora melonis* از *P. drechsleri*

Potato pink rot: a criterion for differentiation of *Phytophthora melonis* from *P. drechsleri*

رضا مستوفی‌زاده‌قلمفرسا، ضیاءالدین بنی‌هاشمی* و دیوید ادوارد شوالن کوک

بخش گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز و مؤسسه تحقیقات نباتات اسکاتلند

دریافت ۱۳۸۳/۷/۱۶ پذیرش ۱۳۸۳/۱۲/۵

چکیده

به منظور تفکیک آزمایشگاهی جدایه‌های دو گونه *Phytophthora melonis* و *P. drechsleri* که از نظر خصوصیات ریخت‌شناختی کاملا مشابه هستند از معیار توانایی تولید پوسیدگی صورتی در سیب‌زمینی استفاده گردید. کلیه جدایه‌های *P. drechsleri* مربوط به مناطق مختلف جهان و میزبان‌های متفاوت به همراه جدایه‌های دو گونه خواهری آن *P. cryptogea* و *P. erythroseptica* که از نظر فایلوژنتیکی با آن هم گروه هستند، در غده سیب‌زمینی تولید پوسیدگی صورتی کردند. در صورتی که هیچکدام از جدایه‌های *P. melonis* قادر به تولید پوسیدگی صورتی نبودند. در این مقاله استفاده از علائم پوسیدگی صورتی سیب‌زمینی به عنوان معیاری برای تفکیک گونه‌های مورد بحث که از نظر ریخت‌شناختی همگرا هستند، بحث شده است.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی صورتی سیب‌زمینی، *Phytophthora melonis*، *Phytophthora drechsleri*

* مسئول مکاتبه

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

نخستین بار *Phytophthora melonis* Katsura در ژاپن از خیارهای (*Cucumis sativus* L.) مبتلا به مرگ گیاهچه جداسازی گردید (Katsura 1968). این بیمارگر همچنین باعث بیماری در هندوانه (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsun & Nakai.) و کدوتنبل (*Cucurbita maxima* Duchartre) می‌گردد (Erwine & Ribeiro 1996). *کاتسورا* (Katsura 1971) گزارش کرد که مایه‌زنی به بقولات و ارقام مختلف سیب با *P. melonis* باعث ایجاد علایم می‌گردد. بیماری پوسیدگی ریشه، طوقه و بوته‌میری خیار، طالبی (*Cucumis melo* var. *cantalupensis* Naud.) و خربزه (*Cucumis melo* var. *inodorus* Naud.) نیز از ایران گزارش گردیده است اما بیمارگر عامل آن *P. drechsleri* Tucker ذکر گردید (Ershad & Mostowfipoor 1969, Alavi & Strange 1979). هرچند عامل بیماری پوسیدگی ساقه و ریشه کدوییان در مصر و ترکیه *P. drechsleri* اعلام شد (El-Helaly *et al.* 1968, Maden & Karahan 1980) اما جدایه‌هایی که از تایوان و چین به‌دست آمده بودند به عنوان *P. melonis* تشخیص داده شدند (Wong & Jiang 1980, Chao & Hu 1981, Lu & Gong 1982, Hwang & Chi 1982, Chang 1983).

از آن جایی که *P. melonis* از نظر ریخت‌شناختی تشابه زیادی با *P. drechsleri* دارد موقعیت تاکسونومیکی *P. melonis* به عنوان یک گونه مجزا از ابتدا با مشکل مواجه شد (Erwine & Ribeiro 1996) تا جایی که برخی از دانشمندان این دو را یک گونه در نظر گرفتند (Ho *et al.* 1984b, Ho 1986). در سال ۱۹۹۱ توصیف تجدید نظر شده‌ی هو و *جانگ* (Ho & Jong 1991) جدایه‌هایی را که حد واسط دو آرایه‌ی *P. cryptogea* Pethybridge & Lafferty و *P. drechsleri* بودند، در گونه‌ی *P. cryptogea* قرار داد. آنها همچنین *P. cajani* Amin, Baldev & Williams، *P. drechsleri* f. sp. *cajani* (Mahendra Pal, Grewal & Sarbhoy) Kannaiyan, Ribeiro, Erwin & Nene، *P. erythroseptica* var. *drechsleri* (Tucker) Sarej. *P. melonis* و *P. sinensis* Yu & Zhuang را جزء گونه‌ی *P. drechsleri* در نظر گرفتند (Ho & Jong 1991).

در مطالعه‌ی چند شکلی در قطعات حاصل از هضم آنزیم‌های محدودگر

www.SID.ir

Archive of SID

(restriction fragment length polymorphism, "RFLP") در مـــورد دی ان ا میتوکنـــدریایی (mtDNA) و بررسی نقـوش آیزوزایمـی، چهـار جدایـه مربـوط بـه چـین و ژاپـن بـه عنـوان *P. melonis* طبقه‌بندی شدند (Mills *et al*. 1991) این جدایه‌ها که مربوط به کدوییان بودنـد بـا یک جدایه از *P. sinensis* و هشت جدایه *P. drechsleri* جداشده از گیاهان تیره کدوییان در یک گروه قرار گرفتند (گروه F). این گروه ازجدایه‌هایی که پـیش از ایـن بـه عنـوان *P. drechsleri* گزارش شده بودند (گروه A که قادر به رشد در35°C بودند) و نیز با سایر جدایه‌هایی کـه بـه عنوان *P. cryptogea* گزارش شده بودند (گروه B) متفاوت بودند. تمایز ژنتیکی گروه F باعـث شد که *میلز* و همکاران (Mills *et al*. 1991) پیشـنهاد ادغـام *P. melonis* را بـا *P. drechsleri* رد کنند آنان همچنین توصیه کردند که توصیف گونه *P. melonis* باید مورد تجدید نظر قرار گیرد.

کوک و همکاران (Cooke *et al.* 2000) نشان دادنـد کـه از نتـایج مطالعـه‌ای کـه در زمینـه فیلوژنی تمام گونه‌های توصیف شده‌ی *Phytophthora* با بررسی و مقایسه‌ی توالی نوکلئوتیدی نواحی ITS انجام شده، می‌توان برای یافتن قرابت گونه‌هایی که به خوبی توصیف شده‌اند و یا ارتبـاط آرایـه‌هـای جدیـد بـا گونـه‌هـای توصـیف شـده، اسـتفاده کـرد. آنـالیز ITS (internal transcribed spacers) نشـــان داد کـــه اولاً *P. cryptogea* ، *P. drechsleri* و *P. erythroseptica* Pethybridge در یک گروه تک نیایی (clade) از گروه‌های هشت‌گانـه قـرار دارند، دوم این که *P. melonis* در گروه تک نیایی هفت (clade 7)، جدای از ایـن گـروه قـرار می‌گیرد و همچنین *P. melonis* و *P. sinensis* دارای توالی‌هـای ITS کـاملاً شـبیه بـه یکـدیگر هستند. این مطلب با یافته‌های قبلی هـم‌خـوانی داشـت (Ho 1986; Mills *et al.* 1991). و ایـن فرضـیه کـه ایـن‌هـا براسـاس خصوصـیات ریخـت‌شـناختی و فیزیولـوژیکی متـرادف‌هـای *P. drechsleri* هستند (Ho & Jong 1986) با داده‌های به دست آمده تأیید نشد.

میرابوالفتحی و همکاران(Mirabolfathy *et al.* 2001) دوگونه بدون پاپیلای *Phytophthora* را که عامل گموز پسته در ایران بودند مورد مطالعه قرار دادند. توصـیف قبلـی آن‌هـا بـه عنـوان *P.megasperma* و *P. drechsleri* بـا اسـتفاده از RFLP و مقایسـه تـوالی‌هـای ITS در دی ان ا ریبوزومی (rDNA) بررسی شد. جدایه‌های *P. drechsleri* پسـته (دو جدایـه) دارای ITS کـاملاً شبیه با *P. melonis*، *P. sinensis* و مشابه جدایه‌های *P. drechsleri* کدوییان در ایران (پنج جدایه)

www.SID.ir

Archive of SID

بودند. آن‌ها نتیجه گرفتند که کلیه این جدایه باید در گونه *P. melonis* قرارداده شوند. برخی از مطالعات قبلی نیز چنین دسته‌بندی را تأیید می‌کند (Hong *et al.*1999; Mills *et al.* 1991)، اگرچه نتیجه به‌دست آمده از مقایسه جدایه‌های *P. drechsleri* چغندرقند با *P. melonis* و *P. sinensis* با نتایج *میرابوالفتحی* و همکاران (Mirabolfathy *et al.* 2001) متفاوت است (Cooke *et al.* 2000).

اگرچه *کاتسورا* (Katsura 1968) نخستین بار اسپورانژیوم‌های گونه *P. melonis* را دارای پاپیلای کوتاه (semipapillate) توصیف کرد، بررسی سایر محققان نشان می‌دهد که این گونه بدون پاپیلا است (Ho *et al* 1984a, Ho 1986, Mills *et al*. 1991). این ویژگی به همراه سایر ویژگی‌های این گونه از جمله تولید اسپورانژیوم‌های تخم‌مرغی تا گلابی وارونه، افزولش (proliferation) داخلی، آنتریدیوم‌های نوعاً آمفیژن و همچنین توانایی رشد در ۳۵°C (که به تمامی خصوصیات شناسایی گونه *P. drechsleri* نیز هستند) باعث شده که تشخیص آزمایشگاهی جدایه‌های *P. melonis* از *P. drechsleri* به سادگی امکان‌پذیر نباشد. از آن‌جایی که هیچ‌کدام از بررسی‌های موجود راه حلی کاربردی را برای جدا کردن این دو گونه ذکر نکردند، جستجو برای یافتن راهی عملی و آسان برای تفکیک این دو گونه الزامی به نظر می‌رسد.

روش بررسی

جدایه‌های مورد بررسی

به منظور انجام آزمون‌های مقایسه‌ای از جدایه‌های *P. melonis*، *P. drechsleri* ، *P. cryptogea* و *P. erythrosptica* مربوط به مناطق مختلف جهان و میزبان‌های متفاوت که پیش از این با آنالیز ITS (Mostowfizadeh-Ghalamfarsa *et al.* منتشر نشده) و مقایسه با فیلوگرام‌های منتشر شده (Cooke *et al.* 2000) موردشناسایی و تایید قرار گرفته بودند، استفاده شد (جدول ۱).

آزمون بیماری‌زایی در سیب‌زمینی

برای بررسی توانایی جدایه‌ها برای ایجاد پوسیدگی صورتی در غده سیب‌زمینی کلیه جدایه‌ها مورد آزمون قرار گرفتند. برای انجام این آزمون از سیب‌زمینی‌های *Solanum*

www.SID.ir

Archive of SID

Solanum tuberosum var. Pentland Javelin و *tuberosum* var. Alpha استفاده شد. پس از گندزدایی غده‌ها با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵٪ و خشک کردن آن‌ها، با چوب‌پنبه سوراخ کن قطعه‌ای به قطر هفت میلی‌متر از غده برداشته، در محل آن قطعه‌ای از محیط CMA به قطر پنج میلی‌متر حاوی پرگنه چهار روزه قرارداده شد. پس از برگرداندن بافت گیاه به محل اصلی خود، محل برش با پارافیلم پوشانده شد. غده‌ها به مدت پنج روز در ۲۰°C در تاریکی نگهداری شدند. غده‌های مایه‌زنی شده از وسط برش داده شده و به مدت ۳۰ دقیقه در هوای آزاد قرار داده شد تا در صورت آلودگی رنگدانه قرمز روی آن ظاهر گردد. نتایج به دست آمده با شاهد مایه‌زنی شده با آگار مورد مقایسه قرار گرفت.

نتیجه

مشخصات جدایه‌های مورد استفاده در این مطالعه در جدول یک آمده است. کلیه جدایه‌های *P. drechsleri*، *P. cryptogea* و *P. erythroseptica* تولید علایم پوسیدگی صورتی کردند که این علایم با توصیف ابتدایی *پتی‌بریج* (Pethybridge 1913) از این نوع پوسیدگی هم‌خوانی داشت (جدول ۱). زمانی که سیب‌زمینی‌های آلوده برش داده شده، به مدت چندین دقیقه در مجاورت هوا قرار گرفت رنگ بافت درونی به آرامی به صورتی کم رنگ و پس از آن به صورتی پررنگ مایل به قهوه‌ای تغییر یافت (شکل ۱). بافت آلوده اگرچه سفت به نظر می‌رسید اما با فشار اندکی مقداری مایع از آن خارج می‌شد. هیچ‌کدام از جدایه‌های *P. melonis* و آگار بدون ریسه قارچ قادر به ایجاد آلودگی و رنگ صورتی در غده سیب‌زمینی نبودند.

جدایه‌های مایه‌زنی شده از سیب‌زمینی‌های بیمار مجدداً جداسازی شد و گونه آن مورد تأیید قرار گرفت.

بحث

اگرچه پوسیدگی صورتی نخستین بار در گونه *P. erythrospetica* گزارش شده (Pethybridge 1913) این بررسی نشان می‌دهد که زیر گروه اول گروه فایلوژنی (clade) 8b برمبنای آنالیز ITS شامل *P. drechsleri*، *P. cryptogea* و *P. erythroseptica* (Cooke *et al.* 2000)

www.SID.ir

Archive of SID

همگی می‌توانند چنین علائمی را ایجاد کنند از آن جا که هیچ‌کدام از جدایه‌های *P. melonis* قادر به ایجاد چنین علائمی در سیب‌زمینی نبودند به نظر می‌رسد که می‌توان از این خصوصیت برای تفکیک این گونه از گونه *P. drechsleri* که از نظر ریخت‌شناختی در بسیاری موارد غیرقابل تفکیک هستند، استفاده نمود.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که پوسیدگی صورتی کلیه مشخصات یک صفت تاکسونومیکی (پایداری، وضوح و سادگی) را دارد. اگرچه پوسیدگی صورتی به ندرت در برخی از گونه‌های دیگر *Phytophthora* مانند برخی جدایه‌های *P. cactorum* و نیز یک جدایه از گروه *Phytophthora* taxon Walnut (که یک آرایه سترون جدا شده از ریشه گردو است) (Brasier *et al.* 2003) مشاهده شده (Brasier مکاتبات شخصی، Mostowfizadeh-Ghalamfarsa *et al.* منتشر نشده) اما در مجموع این صفت مختص به زیر

جدول ۱- مشخصات جدایه‌های *Phytophthora* مورد بررسی و توانایی آن‌ها برای تولید پوسیدگی صورتی در سیب‌زمینی

Table 1. Origin of isolates of *Phytophthora*, included in the study, and their ability to induce potato pink rot.

مشخصات جدایه ها Isolate details						
		منبع Origin			شناسه جدایه Isolate codes	
پوسیدگی صورتی Pink rot	تاریخ جداسازی Date of Isolation	کشور Country	میزبان Host	بین‌المللی International	محلی Local	*Phytophthora* species
						P. melonis
-	1988	China	*Cucumis sativus*	IMI325917	SCRP455	
-	1994	Iran	*Cucumis sativus*		SUAh1	
	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUAk1	
-	1977	Iran	*Cucumis melo* var. *reticulatus*		SUD2	
-	1981	Iran	*Cucumis melo* var. *reticulatus*		SUD8	
-	1982	Iran	*Cucumis melo*		SUD17	
-	1983	Iran	*Cucumis melo*		SUD26	
-	1985	Iran	*Cucumis melo* var. *reticulatus*		SUD29	
-	1985	Iran	*Cucumis melo* var. *reticulatus*		SUD30	

www.SID.ir

Archive of SID

Table 1. (continued) جدول ۱- (ادامه)

-	1986	Iran	*Cucumis melo* var. *reticulatus*		SUD31	
-	1986	Iran	*Cucumis melo*		SUD33	
-	1986	Iran	*Cucumis melo* var. *reticulates* [soil]		SUD32	
-	1986	Iran	*Chrosophora tinctoria*		SUD35	
-	1986	Iran	*Cucumis melo*		SUD36	
-	1989	Iran	*Cucumis melo*		SUD38	
-	1992	Iran	*Cucumis sativus*		SUD40	
-	1992	Iran	*Cucumis sativus*		SUD41	
-	1992	Iran	*Cucumis sativus*		SUD42	
-	1993	Iran	*Pistachia vera*		SUD43	
-	1993	Iran	*Cucumis sativus*		SUD45	
-	1994	Iran	*Cucumis sativus*		SUD48	
-	1994	Iran	*Citrullus lanatus*		SUD49	
-	1994	Iran	*Citrullus lanatus*		SUHa1	
-	2002	Iran	*Cucumis sativus*		SUMc1	
-	2002	Iran	*Cucumis sativus*		SUMc2	
-	2002	Iran	*Cucumis sativus*		SUMc3	
-	1993	Iran	*Pistachia vera* [soil]		SURf5	
-	1993	Iran	*Pistachia vera* [soil]		SURf8	
-	1993	Iran	*Pistachia vera* [soil]		SURf9	
-	1993	Iran	*Pistachia vera* [soil]		SURf10	
-	1993	Iran	*Pistachia vera* [soil]		SURf13	
-	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUSa4	
-	1994	Iran	*Cucumis melo*		SUSh1	
						P. drechsleri
+	?	Wales	*Solanum tuberosum*		SCRP222	
+	1935	USA	*Beta vulgaris* var. *altissima*	ATCC46724	SCRP232	
+	1949	Argentina	*Solanum tuberosum*	IMI040500	SCRP236	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUAh2	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUAh3	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUAh4	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUAh5	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUAh6	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUAk2	
+	1992	USA	?		SUC5	
+	1992	Iran	*Beta vulgaris*		SUC18	

www.SID.ir

Archive of SID

Table 1. (continued) جدول ۱- (ادامه)

+	1993	Iran	*Helianthus annus*		SUC20	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUKv3	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUKv4	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUKv10	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUKv14	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUSa1	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUSa2	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUSa3	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUSd1	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUSd2	
+	2002	Iran	؟		SUSd3	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUSr1	
+	1981	آلمان	*Begonia eliator*			*P. cryptogea*
+	?	Ireland	*Abies nobilis*	IMI260685	SCRP201	
+	?	Ireland	*Solanum tuberosum*	IMI379121	SCRP204	
+	?	England	?	IMI34684	SCRP205	
+	1951	New Zealand	*Lycopersicon esculentum*		SCRP206	
+	?	USA	*Juglans hindsii*	IMI045168	SCRP207	
+	?	USA	*Abies nobilis*		SCRP209	
+	1987	France	*Lycopersicum esculentum*		SCRP210	
+	1972	France	*Gerbera jamesonii*		SCRP212	
+	1973	France	*Gerbera jamesonii*		SCRP213	
+	?	Spain	*Solanum melongena*		SCRP214	
+	1983	France	*Lycopersicum esculentum*		SCRP217	
+	1989	France	*Rosmarinus officinalis*		SCRP219	
+	?	Australia	*Rubus idaeus*		SCRP220	
+	1995	England	*Choisya* sp.		SCRP221	
+	1995	England	*Ozothamnus* sp.		SCRP223	
+	?	?	*Pinus larico*	IMI 382781	SCRP225	
+	1985	Ireland	*Rubus idaeus*	IMI303922	SCRP226	
+	1987	England	*Rubus idaeus*		SCRP228	
+	1988	England	*Rubus idaeus*	IMI 323058	SCRP229	
+	?	Australia	Soil	IMI129907	SCRP230	
+	2003	Italy	*Rosmarinus officinalis*		SCRP235	

www.SID.ir

Archive of SID

Table 1. (continued) جدول ۱- (ادامه)

+	2003	Italy	*Rosmarinus officinalis*		SCRP731	
+	1985	Iran	*Solanum melongena*		SCRP732	
+	1992	Iran	*Solanum melongena*		SUC1	
+	1992	USA	?		SUC2	
+	1992	USA	?		SUC3	
+	1992	USA	?		SUC4	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUC11	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUKv2	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUKv15	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUSt1	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUSt2	
+	2002	Iran	*Beta vulgaris*		SUSt3	
					SUSt5	
						P. erythroseptica
+	1997	USA	*Solanum tuberosum*	ATCC36302	SCRP238	
+	?	Netherlands	*Solanum tuberosum*		SCRP240	
+	?	Netherlands	*Solanum tuberosum*		SCRP241	
+	?	Australia	*Solanum tuberosum*		SCRP242	

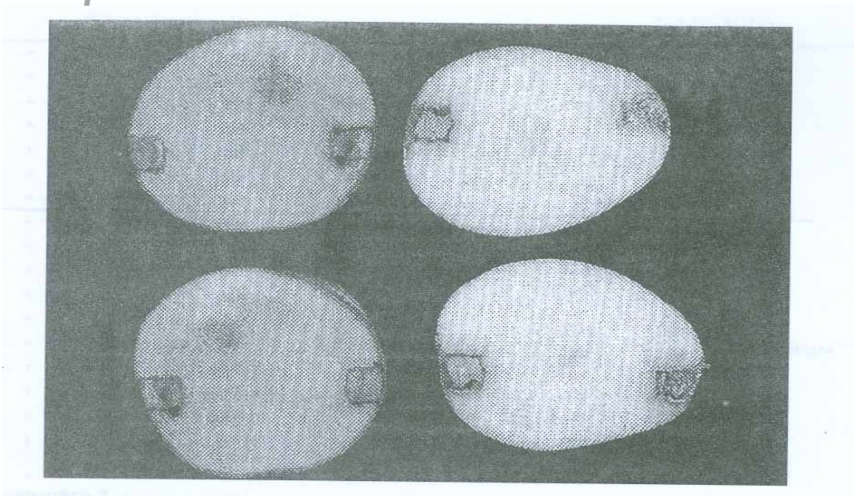
+ = تولید پوسیدگی صورتی، − = عدم تولید پوسیدگی صورتی. + = pink rot, - = no pink rot

ITS 8b است. بنابراین از فعالیت ژن تولید کننده این صفت نه تنها می‌توان برای جداسازی آرایه‌های مورد بحث استفاده کرد بلکه کاربرد آن در تفکیک گونه‌هایی که تشابه ریخت‌شناختی زیادی با *P. cryptogea* دارند مانند *P. inundata* Brasier, Sanchez-Hernandez & Kirk نیز توسط مؤلفین مشاهده شده است (داده‌ها نشان داده نشده).

با توجه به این که اغلب ژن‌های بیماری‌زا به شدت تحت تأثیر اثرات محیطی و کشتی در طول زمان قرار می‌گیرند استفاده از آن‌ها برای اهداف تاکسونومیکی به دلیل عدم پایایی، غیرعادی و غیرمنطقی به نظر می‌رسد. با وجود این بررسی کشت‌های قدیمی، از مناطق مختلف دنیا در این مطالعه نشان داده که حتی این جدایه‌ها نیز توان خود را برای تولید چنین صفتی حفظ کرده‌اند. بنابراین به نظر می‌رسد که ژن‌های تولید کننده پوسیدگی صورتی سیب‌زمینی حفاظت شده است و کمتر جهش می‌یابد. نمونه آن جدایه تیپ *P. drechsleri*

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- واکنش غده سیب‌زمینی بـه جدایـه *Phytophthora melonis* SUD26 (راسـت) و تولیـد رنـگ صورتی در سیب‌زمینی با جدایه *P. drechsleri* SCRP232 (چپ) پس از پنج روز در ۲۰°C.

Fig. 1. Reaction of potato tuber to *Phytophthora melonis* isolate SUD26 (right) and *P. drechsleri* isolate SCRP232 (left) after 5 days at 20 ºC.

(SCRP232) است که حتی پس از هفتاد سال کشت متوالی خاصیت تولید پوسیدگی صورتی را به خوبی حفظ کرده است.

تولید رنگ صورتی در غده‌های سیب‌زمینی که احتمالاً در اثر بـرهمکـنش آنزیمـی عامـل بیماری‌زا و گیاه است در بین بیماری‌های متعدد غده سیب‌زمینی که اغلب سبب بـروز علائـم هم‌پوشان می‌شوند منحصر به فرد می‌باشد و به سهولت قابل تشخیص اسـت (شـکل ۱). امـا بررسی این علائم باید بین ۱۵ تا ۶۰ دقیقه پس از برش غده‌ها انجام شود. کمتر از ایـن زمـان هیچ رنگی قابل مشاهده نیست و پس از این مدت زمان رنگ صورتی تبدیل به قهوه‌ای و بـه تدریج سیاه می‌شود. آزمایش‌های مقدماتی نشـان دادنـد کـه تولیـد چنـین علائمـی بـه رقـم سیب‌زمینی وا بستگی ندارد.

در کل همان گونه که ذکر شد استفاده از یک ژن بیماری‌زا برای اهداف تاکسـونومیکی بـه

www.SID.ir

Archive of SID

ویژه در مورد انگل‌های اختیاری دارای محدودیت‌های غیر قابل انکار است. اما در گونه‌هایی که تکامل همگرای ریخت‌شناختی دارند یگانه ابزار دقیق برای تفکیک، ویژگی‌های مولکولی است که زمان بر و پر هزینه می‌باشند. بنابراین یافتن صفاتی افتراقی غیر از خصوصیات ریخت‌شناختی که دارای ویژگی‌های مانند پایداری، وضوح و سادگی باشند، می‌تواند به عنوان معیارهای ثانویه به سهولت تشخیص چنین گونه‌هایی در آزمایشگاه‌های عمومی کمک کند. اگرچه مؤلفین همچنان عقیده دارند که بهترین روش برای تشخیص گونه‌های تکاملی، مبتنی بر ساختار ژنتیکی آن‌ها می‌باشد.

منابع

جهت ملاحظه به صفحات (77-75) متن انگلیسی مراجعه شود.

نشانی نگارندگان: رضا مستوفی‌زاده‌قلمفرسا، ضیاءالدین بنی‌هاشمی و دیوید ادوارد شوالن کوک، بخش گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز و مؤسسه تحقیقات نباتات اسکاتلند

www.SID.ir