

ارزیابی مقاومت نسبی تعدادی از ژنوتیپ های چغندر قند نسبت به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه*

Evaluation of relative resistance in some selected sugar beet genotypes to *Rhizoctonia* root and crown rot[†]

سیدباقر محمودی^۱، محمود مصباح^۲ و عزیز اله علیزاده^۳

چکیده

به منظور ارزیابی مقاومت تعدادی از ژنوتیپ های چغندر قند از نظر مقاومت به عامل پوسیدگی ریشه و طوقه ناشی از قارچ *Rhizoctonia solani* AG-2-2 ابتدا هفت جدایه ریزوکتونیا متعلق به دو گروه آناستوموزی ۴ و ۲-۲ از نظر توان نسبی بیماریزایی روی رقم IC با هم مقایسه شدند، سپس جدایه با قدرت بیماریزایی شدید (highly virulent) متعلق به گروه آناستوموزی ۲-۲ انتخاب شد. جهت ارزیابی مواد ژنتیکی، بذرها ۲۰ ژنوتیپ چغندر قند در شرایط گلخانه در گلدان های ۲۰ سانتیمتری کشت شدند. گیاهان حاصله پس از ده هفته با دو عدد بذر ذرت آلوده به جدایه ریزوکتونیای مورد نظر، مایه زنی شدند و میزان پوسیدگی ریشه در هر بوته با مقیاس صفر (ریشه سالم) تا هفت (ریشه کاملاً پوسیده) محاسبه شد. با محاسبه شاخص بیماری برای هر تیمار، ژنوتیپ ها دسته بندی شدند. نتایج نشان داد که ژنوتیپ های ET5، F-20278، BP2 و 41RT جزو ژنوتیپ های چغندر قند مقاوم به پوسیدگی ریزوکتونیایی می باشند.

واژه های کلیدی: چغندر قند، پوسیدگی ریشه، *Rhizoctonia* و مقاومت.

مقدمه

بیماری های ریزوکتونیایی چغندر قند، تهدیدی جدی برای این محصول در مراحل مختلف رشد به حساب می آیند. پوسیدگی بذر و مرگ گیاهچه از جمله بیماری های مراحل اولیه رشد محصول و بلایت برگ در مراحل بعدی ظاهر می شود (Herr, 1996). پوسیدگی های ریشه ناشی از بیمارگر ریزوکتونیا مشتمل بر پوسیدگی ریشه و طوقه، پوسیدگی شانکر خشک ریشه و پوسیدگی بنفش ریشه می باشند که توسط گونه های مختلف ریزوکتونیا ایجاد می شوند (Whitney and Daffus, 1986). پوسیدگی ریشه ناشی از

این بیمارگر، در دهه هفتاد از مهم ترین بیماری های چغندر قند در آمریکا به حساب آورده شده و میزان خسارت آن را بالغ بر هفت درصد برآورد کرده اند (Hecker and Ruppel, 1977). در اروپا، ریزوکتونیا به صورت یک مشکل جدی می باشد به طوری که ۱۳ درصد مزارع هلند، هشت درصد مزارع اسپانیا، ۵ درصد مزارع فرانسه و یونان و دو درصد مزارع ایتالیا و آلمان آلوده گزارش شده اند، به همین دلیل طرح های تحقیقاتی وسیعی جهت دستیابی به یک روش کنترل مناسب و یا جلوگیری از گسترش بیماری در اروپا شروع شده است (Roither, 1999). خسارت این بیماری در ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۲/۶/۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۱/۱۱/۳۰

* بخشی از رساله دکتری نگارنده اول در گروه بیماری شناسی گیاهی، دانشگاه تربیت مدرس - تهران.

۲- دانشیار پژوهش وزارت جهاد کشاورزی - کرج

۱- دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس - تهران

۳- استاد دانشگاه تربیت مدرس - تهران

چغندر قند در دهه اول ماه می (May) کاشت و یک ماه بعد تنک می گردد و در دهه سوم سپتامبر در برابر بیماری ارزیابی می گردد. مواد ژنتیکی معمولاً در یک ردیف شش متری در پنج تکرار کشت می شوند و نه هفته بعد از کاشت با مایه قارچ (پودر بذره‌ای جو مایه زنی شده، ۱۷ گرم برای هر ردیف) مایه زنی می گردند. ارزیابی بیماری با محاسبه شاخص آلودگی براساس مقیاس صفر تا هفت انجام می شود که در آن صفر به منزله عدم آلودگی و نمره هفت ریشه‌های کاملاً پوسیده می باشند (Panella, 1998). شولتن و همکاران (Sholten et al., 2001) جهت دستیابی به روشی ساده و قابل اعتماد برای ارزیابی ژرم پلاسِم یک آزمایش گلخانه‌ای ارائه کردند. در این روش گیاهان در خاک غنی کشت و هشت تا نه هفته پس از کاشت با ۰/۶ گرم بذر ارزن آلوده به ریزوکتونیا مایه زنی شدند. نتایج حاصل از رتبه بندی گیاهان، پنج هفته پس از مایه زنی همبستگی بالایی با ارزیابی مزرعه ای نشان داد.

ریزوکتونیا از نظر اکولوژیکی، تنوع ژنتیکی و بیماری‌زایی یک مجموعه بسیار متنوع می باشد و گونه معروف آن، (*Rhizoctonia solani*) عامل مرگ گیاهچه، پوسیدگی ریشه و طوقه و سوختگی برگ است. این گونه از تنوع بالایی برخوردار است لذا به آن مجموعه گونه‌ها (*R. solani* collective species) اطلاق می کنند (Moore, 1996). گونه مذکور بر اساس مفهوم گروه بندی آناستوموزی (Anastomosis Groups) به ۱۴ گروه مشخص که از نظر ژنتیکی از هم مجزایند تقسیم بندی می شود (Carling, 2000). تاکنون گروه‌های آناستوموزی ۲-۲، ۴، ۱-۲، ۵ و ۳ به ترتیب اهمیت، از ریشه‌های پوسیده چغندر قند گزارش شده اند (Windels and Nabben, 1989; Rush et al., 1994). در ایران نیز گروه آناستوموزی ۴ (AG-4) از مرگ گیاهچه چغندر قند و گروه آناستوموزی ۲-۲ (AG-2-2) از پوسیدگی ریشه گزارش شده است (صفایی و میناسیان، ۱۳۷۵؛ عباسی مقدم و همکاران،

به حدی است که در مناطق آلوده گاهی برخی از زارعین تمایلی به کشت چغندر قند ندارند و شاید یکی از دلایل کاهش سطح زیر کشت این محصول در کشور، احتمالاً به همین علت باشد (بهداد، ۱۳۷۵). هکر و راپل (Hecker and Ruppel, 1977) گزارش کردند که چهار سال کشت پی در پی چغندر قند در یک مزرعه آلوده، سبب از بین رفتن ۶۳ درصد مزرعه شده است.

در تعداد زیادی از گونه‌های گیاهی، رگه‌های دارای مقاومت به ریزوکتونیا شناسایی و معرفی شده‌اند. در اغلب موارد، این مقاومت، ایمنی کامل ایجاد نمی کند اما گیاه را قادر به ادامه رشد در حضور بیمارگر می نماید. پانلا و راپل (Panella and Ruppel, 1996) معتقدند که استفاده از لاین‌های مقاوم به همراه رعایت تناوب و سایر تدابیر زراعی، مدیریتی بسیار مؤثر جهت کنترل بیماری‌های ناشی از ریزوکتونیا می باشد. اولین بار گاسکیل و همکاران (Gaskill et al., 1970) در سال ۱۹۶۶ دو رقم مقاوم به *Rhizoctonia solani* در چغندر قند معرفی کردند. سپس هکر و راپل (Hecker and Ruppel, 1976) با اجرای یک برنامه اصلاحی مشابه برنامه گاسکیل و همکاران (Gaskill et al., 1970) در ایالت‌های کلرادو و میشیگان به رگه‌های مقاوم دست یافتند که این رگه‌ها، به منظور توسعه مقاومت در ارقام دو رگ تجاری مورد استفاده قرار گرفتند. مقاومت چغندر قند به *R. solani* چند ژنی و مشتمل بر حداقل دو ژن با اثرات بزرگ به همراه برخی از ژن‌های تغییردهنده می باشد (Hecker and Ruppel, 1976). هکر و راپل (Hecker and Ruppel, 1977) در راستای اصلاح چغندر قند برای مقاومت به پوسیدگی ریشه ناشی از ریزوکتونیا با مقایسه روش‌های مختلف مایه زنی، روش ارزیابی مواد ژنتیکی چغندر قند نسبت به این بیماری را در مزرعه، در شرایط ایالت فورت کالینز امریکا به صورت استاندارد درآوردند. در این روش استاندارد،

درجه بندی شدند. نمره درجه بندی به شرح زیر می باشد (Panella, 1998):

نمره صفر (۰) فاقد هر گونه زخم روی ریشه
نمره یک (۱) وجود زخم های خشک، سطحی و محصور در نقطه مایه زنی شده یا زخم های کوچک، پراکنده، سطحی و غیر فعال روی ریشه اصلی، فاقد شانکر، پوسیدگی یا ترک خوردگی

نمره دو (۲) شانکر خشک و کم عمق در طوقه یا زخم های فعال کم عمق پیرامون ریشه، کمتر از پنج درصد بافت ریشه متاثر از بیماری

نمره سه (۳) شانکر خشک و عمیق در نقطه مایه زنی شده (طوقه) یا زخم های زیاد روی ریشه، کمتر از ۲۵ درصد بافت ریشه متاثر از بیماری، وجود ترک یا شانکر در زخم ها

نمره چهار (۴) پوسیدگی وسیع در نصف بالای ریشه اصلی همراه با شانکر، ترک یا زخم های بزرگ تر از پنج میلیمتر و عمیق

نمره پنج (۵) بیش از ۵۰ تا ۷۵ درصد ریشه اصلی سیاه همراه با پوسیدگی وسیع و عمیق درون بافت ریشه، ریشه ها اغلب بد شکل با ترک و شکاف های بزرگ

نمره شش (۶) سیاه شدگی ریشه بجز نوک ریشه، از بین رفتن برگ ها بجز برگ های کوچک مرکزی طوقه
نمره هفت (۷) مرگ گیاه و پوسیدگی کل ریشه

شاخص شدت آلودگی Disease Severity Index (DSI)
برای هر جدایه با حاصل جمع شدت آلودگی هر بوته در هر تکرار تقسیم بر تعداد کل بوته های همان تکرار مطابق فرمول زیر محاسبه شد (Panella, 1998; Hecker and Rappel 1977):

$$\text{شاخص شدت آلودگی} = \frac{(0 \times n_0) + \dots + (7 \times n_7)}{\text{DSI}}$$

در این فرمول صفر تا هفت درجه علائم برای هر تکرار، n تعداد بوته های آلوده برای هر درجه، N تعداد کل بوته های هر تکرار هستند.

۱۳۷۷؛ محمودی و همکاران، ۱۳۷۹). دادخواه و همکاران (۱۳۷۹) برای اولین بار در ایران چند رگه و رقم چغندر قند را در برابر پوسیدگی ریزوکتونیایی ناشی از *R.solani* AG-4 ارزیابی نمودند. از آن جایی که جدایه های متعلق به یک گروه آناستوموزی از بیماریزایی یکسانی برخوردار نیستند (Engelkes and Windels, 1994)، لذا آگاهی از ساختار ژنتیکی جمعیت بیمارگر و تعامل آن با میزبان در دستیابی به ارقام با مقاومت مناسب و پایدار اهمیت ویژه ای دارد. با توجه به این مهم و با استناد به پژوهش های انجام شده، در این تحقیق ابتدا چند جدایه ریزوکتونیا متعلق به گروه های آناستوموزی ۲ و ۴، که از مناطق مختلف چغندر کاری کشور جمع آوری شده اند، از نظر بیماریزایی رتبه بندی و ژنوتیپ های منتخب، در برابر جدایه با قدرت بیماریزایی بالا (متعلق به گروه آناستوموزی ۲) ارزیابی شدند.

مواد و روش ها

۱- تعیین درجه نسبی بیماریزایی جدایه ها

به منظور انتخاب جدایه ریزوکتونیا با قدرت تهاجمی مناسب، توان نسبی بیماریزایی هفت جدایه متعلق به گروه آناستوموزی ۴ (۳ جدایه) و ۲-۲ (۴ جدایه) در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار، ابتدا مایه قارچ روی دانه های ذرت که ۱۲ ساعت در آب خیس خورده و دو روز متوالی به مدت یک ساعت سترون شده بودند، تکثیر شدند. سپس، دو عدد بذر ذرت آلوده به ریزوکتونیا در کنار ریشه (دو تا سه سانتیمتری زیر خاک) گیاهان چغندر قند هشت هفته ای رقم IC قرار گرفت (Englkes and Windels, 1994; Englkes and Windels, 1996; Windels et al., 1997) و گیاهان مایه زنی شده، در گلخانه با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد نگهداری و چهار هفته پس از آلودگی، میزان پوسیدگی ریشه هر کدام از بوته ها بر حسب شدت علائم از صفر تا هفت

۲- بررسی مقاومت ژنوتیپ های منتخب چغندر قند در شرایط گلخانه

ابتدا بذر بیست ژنوتیپ چغندر قند مورد نظر در گلدان های به قطر ۲۰ سانتیمتر کشت گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲۰ تیمار در ۳ تکرار انجام شد. در هر تکرار ۲۰ گلدان در نظر گرفته شد و هر گلدان دارای یک بوته چغندر قند بود. سپس جدایه ریزوکتونیای منتخب حاصل از آزمایش اول، روی دانه های ذرت تکثیر و در کنار ریشه هر بوته از گیاهان ده هفته ای چغندر قند دو عدد بذر ذرت مایه زنی شده قرار داده شد. در تیمار شاهد از بذرهای ذرت استریل مایه زنی نشده استفاده گردید. پس از مایه زنی، گلدان ها در درجه حرارت ۵±۲۵ درجه سانتیگراد در گلخانه با

نور مناسب قرار گرفته و چهار هفته پس از مایه زنی با مقیاس صفر تا هفت (Panella, 1998) ارزیابی شدند. ارزیابی مقاومت با مقایسه میانگین شاخص شدت آلودگی برای هر تیمار انجام شد.

مایه زنی همزمان جدایه های ریزوکتونیا روی رقم IC نشان داد که تمام جدایه های مورد بررسی روی گیاهان هشت هفته ای چغندر قند بیماریزایی بین اما از نظر قدرت بیماریزایی بین جدایه ها در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری مشاهده گردید. مشخصات جدایه ها و قدرت بیماریزایی آن ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات جدایه های ریزوکتونیا و گروه بندی آن ها بر اساس شدت آلودگی

Table 1. Characteristics of *Rhizoctonia* isolates classified on the basis of disease severity index

شماره جدایه Isolate number	منشا Source	گروه آناتوموزی Anastomosis group	شاخص شدت آلودگی (۰-۷) Disease severity index (0-7)
52	Root	ریشه AG-2-2	6.417 A
M	Seedling	گیاهچه AG-4	5.62 AB
36-2	Root	ریشه AG-2-2	4.733 AB
33	Root	ریشه AG-2-2	4.533 AB
51	Root	ریشه AG-2-2	4.0 AB
KA	Seedling	گیاهچه AG-4	3.533 AB
46	Seedling	گیاهچه AG-4	2.467 BC
Control			0 C

R. solani AG-2-2 جزو مهم ترین عوامل قارچی پوسیدگی ریشه چغندر قند در دنیا به حساب آورده شده (Rush et al., 1994; Herr, 1996; Rother, 1999) و استفاده از ارقام مقاوم به همراه رعایت تناوب از جمله اقدامات مدیریتی مؤثر در کاهش خسارت آن ذکر شده است (Panella and Ruppel, 1996). دستیابی به ارقامی با مقاومت مطلوب و پایدار علاوه بر دسترسی به منبع مقاومت نیاز به شناخت کافی از ژنتیک بیمارگر و میزبان و تعامل آن ها دارد. در این راستا ابتدا چند جدایه *R. solani* متعلق به دو گروه آناتوموزی مهم ۴ و ۲-۲ از نظر قدرت بیماریزایی ارزیابی شدند و سپس اقدام

مقایسه میانگین شدت آلودگی در هر ژنوتیپ (جدول ۲) نشان داد که مقاومت ژنوتیپ های مورد بررسی در برابر پوسیدگی ریشه ناشی از *R. solani* AG-2-2 (جدایه شماره ۵۲) متفاوت است به طوری که ژنوتیپ F-20315 با میانگین ۵/۷۲۲ (از حداکثر ۷) حساس ترین و رقم تراپلوئید 41RT با متوسط ۱/۱۰۳ مقاوم ترین آن ها می باشد. در این آزمایش رقم ۹۵۹۷ به عنوان رقم حساس منظور شده بود.

نتایج و بحث

پوسیدگی ریشه چغندر قند ناشی از

جدول ۲- مشخصات ژنوتیپ های چغندر قند مورد آزمایش و میزان آلودگی آن ها به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه

Table 2. Characteristics of sugar beet genotypes and disease severity index of them to *Rhizoctonia* root rot

ژنوتیپ Genotype	مشخصات Characteristics	شاخص شدت آلودگی Disease severity index
F-20315	Monogerm, Diploid	5.722
9597	Monogerm, Diploid	5.357
F-20277	Monogerm, Diploid	4.778
24399-9621	Monogerm, Diploid	4.682
21591-72	Monogerm, Diploid	4.5
8001	Multigerm, Diploid	4.250
2970	Multigerm, Diploid	4.077
7233	Multigerm, Diploid	4.048
C3.3	Multigerm Tetraploid	3.464
Jot 18	Multigerm Tetraploid	3.000
16402	Multigerm, Diploid	2.867
19669T	Multigerm, Tetraploid	2.720
Lit 13	Multigerm, Tetraploid	2.565
B65	Multigerm, Tetraploid	2.556
5708	Multigerm, Diploid	2.412
37R	Multigerm Tetraploid	2.393
ET5	Multigerm Tetraploid	1.952
F-20278	Monogerm, Diploid	1.833
BP2	Multigerm Tetraploid	1.556
41RT	Multigerm, Tetraploid	1.103

بیماریهای یکسانی برخوردار نیستند (محمودی و همکاران، ۱۳۷۹). انگلکز و ویندلز (Engelkes and Windels, 1994) میزان پوسیدگی ریشه ناشی از *R. solani* AG-2-2 جدا شده از چغندر قند و لویا را با هم مقایسه کردند و نشان دادند که شدت پوسیدگی ریشه در چغندر قند ناشی از جدایه های ریزوکتونیای لویا، بسیار بیشتر از جدایه های ریزوکتونیای چغندر قند است. ویندلز و همکاران (Wnidels et al., 1995) از زاویه دیگری به مطالعه این امر پرداختند. آن ها مواد ژنتیکی چغندر قند را که در برابر جدایه R9 (جدایه استاندارد استفاده شده در پروژه های اصلاح چغندر قند برای مقاومت به ریزوکتونیا در آمریکا) غربال شده بودند با چهار جدایه *R. solani* AG-2-2IIB جدا شده از لویا مایه زنی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که تعامل جدایه قارچی در ژنوتیپ چغندر قند، زمانی که ژنوتیپ حساس از آنالیز آماری حذف گردد معنی دار نیست و ژنوتیپ های مقاوم در برابر جدایه های ریزوکتونیا سطح قابل قبولی از مقاومت را دارا هستند و این به ماهیت چند

به غربال مواد ژنتیکی در برابر جدایه با قدرت بیماریزایی شدید (highly virulent) گردید. دو گروه آناستوموزی یاد شده مهم ترین و شایع ترین گروه های آناستوموز *R. solani* مزارع چغندر قند در دنیا می باشند (Windels and Nabben, 1989; Rush et al., 1994; Herr, 1996) و در ایران (اطلاعات منتشر نشده).

وجود تنوع ژنتیکی و بیماریزایی در جدایه های *R. solani* یکی از مسائل فراروی به نژاد گران بود و آنان را وادار به مطالعه تعامل جدایه های قارچ با ژنوتیپ های میزبان کرد. هکر و راپل (Hecker and Ruppel, 1977) *R. solani* را یک قارچ بسیار متنوع و متغیر می دانند و به مطالعه تعامل جدایه های ریزوکتونیا با ژنوتیپ های چغندر قند پرداختند و نتیجه گرفتند که تعامل آن ها معنی دار نیست. البته آن ها در آزمایش های خود دریافتند که ارقام مقاوم به پوسیدگی ریشه هیچ مقاومتی به بلایت برگی ریزوکتونیایی ندارند اما به مرگ گیاهچه مقاومند. مسأله، زمانی غامض تر می شود که بدانیم جدایه های متعلق به یک گروه آناستوموزی نیز از

ژنی مقاومت چغندر قند به ریزوکتونیا برمی گردد. قبلا راپل (Ruppel, 1972) نیز به این نتیجه رسیده بود. به استاد یافته های یادشده، به نظر می رسد که اگر از تعداد جدایه های ریزوکتونیای بیشتری استفاده می شد نتایج مطلوب تری حاصل می گردید ولی به علت معنی دار نبودن تعامل ژنوتیپ میزبان در جدایه بیمارگر به تعداد جدایه های اندک (هفت جدایه) بسنده شد و در ارزیابی ارقام از جدایه با قدرت بیماریزایی مناسب استفاده گردید.

دادخواه و همکاران (۱۳۷۹) در تحقیق خود ارقام و لاین های چغندر قند را در برابر *R.solani* AG-4 ارزیابی نمودند که نتایج آن ها با یافته های این تحقیق روی ژنوتیپ های مشابه، تطابق دارد و ژنوتیپ 41RT که در تحقیق آن ها در کلاس مقاوم قرار گرفته بود، در این تحقیق نیز جزو ژنوتیپ های مقاوم دسته بندی شده است. هکر و راپل (Hecker and Ruppel, 1977) یک روش استاندارد جهت ارزیابی مواد ژنتیکی چغندر قند در برابر ریزوکتونیا در شرایط مزرعه ارائه دادند، اما آزمایش های مزرعه ای مشکلاتی دارد، یکی این که در سال فقط یکبار قابل اجراست و دیگر آن که تغییرات محیطی را نمی توان کنترل کرد که این مسائل منجر به اخذ نتایج متغیر در سال های مختلف می شود. بنکر (Benker, 2000) هم ضمن تأیید این موضوع، با طرح این سوال که آیا ارقام مقاوم به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه می توانند در کنترل این بیماری مشارکت نمایند، اظهار داشت که ارزیابی مواد ژنتیکی برای دستیابی به ارقام مقاوم در شرایط طبیعی به لحاظ غیر قابل پیش بینی بودن اپیدمی های ناشی از ریزوکتونیا و آلودگی لکه ای بیماری در مزرعه نمی توانند از سطح اعتماد بالایی برخوردار باشند و باید متدولوژی ارزیابی ارقام در برابر *R.solani* بهبود یابد تا به خواست بهنژادگران در

تهیه ارقام مقاوم به ریزوکتونیا پاسخ داده شود. در این پژوهش یک روش ساده گلخانه ای جهت ارزیابی ژرم پلاسما معرفی می گردد که در مدت نسبتاً کوتاه سه ماه قابل اجراست. مزیت این روش نسبت به روش ارزیابی گلخانه ای که توسط شولتن و همکاران (Schulten et al., 2001) در سال ۲۰۰۱ ارائه شده است سهولت در روش تلقیح تک تک گیاهان است. شولتن و همکاران از بذر ارزن به مقدار ۰/۶ گرم به ازای هر بوته استفاده کرده اند حال آن که در این تحقیق از دو عدد بذر ذرت استفاده شده است. تماس بین اینوکولوم و میزبان در روش شولتن و همکاران نیاز به کنار زدن خاک پای بوته داشته و به نظر می رسد که در مقیاس وسیع دقت کافی نداشته باشد. در حالی که قراردادن دو عدد بذر ذرت با سوراخ کردن خاک پای بوته با یک میله فلزی به قطر ده میلیمتر براحتی امکان پذیر است و تک تک بوته ها ماده تلقیح یکسانی دریافت می کنند. علاوه بر این به دلیل ریز بودن بذر ارزن احتمال دور شدن آن ها از ریزوسفر ریشه توسط آب آبیاری وجود دارد و این مسأله ممکن است اختلاف در زمان آلودگی در تک تک بوته ها ایجاد نماید.

پانلا (Panella, 1998) در ارزیابی ژرم پلاسما چغندر قند برای مقاومت به ریزوکتونیا، ژنوتیپ هایی که عدد صفر تا یک را (در مقیاس صفر تا هفت) دریافت کردند، جزو، ژنوتیپ های مقاوم قلمداد کرد. شولتن و همکاران (Scholten et al., 2001) نیز رگه هایی با نمره کمتر از دو (در همین مقیاس) را جزو رگه های مقاوم تلقی کرده اند. با این فرض ژنوتیپ های BP2, F-20278, ET5 و 41RT که در این تحقیق درجه آلودگی کمتر از دو دریافت کرده اند، را می توان جزو ژنوتیپ های مقاوم دانست.

References

منابع مورد استفاده
بهداد، ا. ۱۳۷۵. دایرةالمعارف گیاه پزشکی ایران. چاپخانه نشاط اصفهان، ۳۱۱۴ ص.

دادخواه، ع. ا.، بهداد، ع.، علیزاده، و. ح.، سماواتیان، ۱۳۷۹. بررسی مقاومت ارقام تجاری و لاین های مختلف چغندر قند به پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه در اصفهان. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، صفحه ۶۴.

صفایی، ن. و. و. میناسیان، ۱۳۷۵. تعیین گروه آناسوموزی ریزوکتونیای عامل مرگ گیاهچه چغندر قند در خوزستان. مجله بیماری های گیاهی، ۳۲: ۴۲-۴۳.

عباسی مقدم، ا. م.، فلاحتی رستگار، و. ب.، جعفرپور، ۱۳۷۷. ایتولوژی پوسیدگی طوقه و ریشه چغندر قند در استان خراسان. خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، صفحه ۱۲۵.

محمودی، س. م.، ارجمند، و. م.، توده فلاح، ۱۳۷۹. ریزوکتونیا و بیماری های ناشی از آن در چغندر قند. مجموعه مقالات بیست و دومین سمینار سالانه کارخانه های قند و شکر ایران، صفحه ۱۲۱-۱۱۹.

- Carling, D. E. 2000. Anastomosis groups and subsets of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani*. Proceedings of the Third International Symposium on *Rhizoctonia*. Taichung, Taiwan. 5.
- Engelkes, C. A. and C. E. Windels, 1994. Relationship of plant age, cultivar and isolate of *Rhizoctonia solani* AG-2 to sugar beet root and crown rot. Plant Disease, 78:685-689.
- Engelkes, C. A. and C. E. Windels, 1996. Susceptibility of sugar beet and beans to *Rhizoctonia solani* AG-2-2 IIIB and AG-2-2 IV. Plant Disease, 80:1413-1417.
- Gaskill, L. J. O., D. L. Mumford, and E. G. Ruppel, 1970. Preliminary report on breeding for combined resistance to leaf spot, Curly top and *Rhizoctonia*. Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists, 16: 207-213.
- Hecker, R. J. and E. G. Ruppel, 1976. Polyploid and maternal effects on *Rhizoctonia* root rot resistance in sugar beet. Euphytica, 25: 419-423.
- Ecker, R. J. and E. G. Ruppel, 1977. *Rhizoctonia* root rot resistance in sugar beet: Breeding and related research. Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists, 19: 246-256.
- Herr, L. J. 1996. Sugar beet diseases incited by *Rhizoctonia* species. In: *Rhizoctonia* species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology Disease Control, eds. Sneh, B., Jaabaji-Hare, S., Neate, S. and Dijst, G., pp. 341-350. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Moore, R. T. 1996. The dolipore/parenthesome septum in modern taxonomy. In: *Rhizoctonia* species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control, eds. SNEH, B., JABAJI-HARE, S., NEATE, S. and DIJST, G., pp. 13-35. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Panella, L. W. 1998. Screening and utilizing Beta genetic resources with resistance to *Rhizoctonia* root rot and *Cercospora* leaf spot in a sugar beet breeding program. International Crop Network Series. 12:62-72.
- Panella, L. W. and E. G. Ruppel, 1996. Availability of germplasm for resistance against *Rhizoctonia* spp. In: *Rhizoctonia* species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control, eds. Sneh, B., S. Jabaji-Hare, S. Neate, and G., Dijst, pp. 515-527. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Rother, B. 1999. Situation of *Rhizoctonia* in Europe. International Institute for Sugar Beet Research Info. 4:2-6.

- Ruppel, E. G. 1972. Correlation of cultural characters and source of isolates with Pathogenicity of *Rhizoctonia solani* from sugar beet. *Phytopathology*, 62:202-205.
- Rush, C. M., D. E., Carling, R. M. Havarson, and J. T. Mathieson, 1994. Prevalence and pathogenicity of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* from wheat and sugar beet in Texas. *Plant Disease*, 78:349-352.
- Scholten, O. E., L. W., Panella, T. S. M. Debock, and W. Lange, 2001. A greenhouse test for screening sugar beet (*Beta vulgaris*) for resistance to *Rhizoctonia solani*. *European Journal of Plant Pathology*, 107:161-166.
- Windels, C. E., R. A. Kuzina, and J. Call, 1997. Characterization and pathogenicity of *Thanatephorus cucumeris* from sugar beet in Minnesota. *Plant Disease*, 81:245-249.
- Windels, C. E. and D. J. Nabben, 1989. Characterization and pathogenicity of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* isolated from *Beta vulgaris*. *Phytopathology*, 79:83-88.
- Windels, C. E., L. W. Panella, and E. G. Ruppel, 1995. Sugar beet germplasm resistant to *Rhizoctonia* root and crown rot withstands disease caused by several pathogenic isolates of *Rhizoctonia solani* AG-2-2. *Sugar beet Research and Extension Reports*, 26:179-185.
- Withney, E. D., and J. E. Duffus, 1986. *Compendium of Beet Diseases and Insects*. APS Press.