دانش بیماری‌شناسی گیاهی (شاپای ا: ۶۲۹۰-۲۵۸۸، شاپای چ: ۹۲۷۰-۲۲۵۱)
سال یازدهم، جلد ۲، بهار و تابستان ۱۴۰۱
Plant Pathology Science (eISSN:2588-6290, pISSN:2251-9270)
Vol. 11(2), 2022

Extensional Article

Bacterial mosaic disease of wheat

Mostafa Nasiri[1], Mohammad Mehdi Faghihi[2]✉

1- Department of Plant Protection, Agricultural Faculty, Sari Agricultural and Natural Resources University, Sari, Iran.

2- Department of Plant Protection Researches, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zarghan, Iran.

Received: 01.20.2022 Accepted: 05.28.2022

Nasiri M, Faghihi M M (2022) Bacterial mosaic disease of wheat. Plant Pathology Science 11(2):103-111. Doi: 10.2982/PPS.11.2.103

Abstract

Bacterial mosaic of wheat is caused by the gram positive bacterium *Clavibacter tessellarius*. The symptoms of the disease are uniformly distributed small chlorotic spots with mosaic pattern on the entire leaf surface resemble those symptoms of nutrient deficiencies and some viral diseases, and it may be difficult to determine. Due to the seed-borne nature of the disease, use of healthy and certified pathogen free seeds is the most important strategy for managing this disease. The wheat bacterial mosaic has been reported in wheat fields in several provinces of Iran and it seems to be widespread in different wheat growing areas. In order to better understand the disease, its various aspects including the symptoms, pathogen biology and its host ranges, and management of the disease are reviewed in this article.

Keywords: Iran, Wheat, *Clavibacter tessellarius*

✉ Corresponding author: mm.faghihi@yahoo.com

مقاله ترویجی

بیماری موزاییک باکتریایی گندم

مصطفی نصیری [۱]، محمد مهدی فقیهی [۲]✉

۱- گروه گیاه‌پزشکی دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری

۲- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زرقان

دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۳۰ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۰۷

نصیری م، فقیهی م م (۱۴۰۱) بیماری موزاییک باکتریایی گندم. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۱۱(۲): ۱۰۳-۱۱۱.

Doi: 10.2982/PPS.11.2.103

چکیده

بیماری موزاییک باکتریایی، توسط باکتری گرم مثبت *Clavibacter tessellarius* ایجاد می‌شود. از نشانه‌ها مهم این بیماری، موزاییک، لکه‌های سبز و رنگ پریده کوچک در سطح برگ می‌باشد که با نشانه‌های کمبود عناصر غذایی و برخی بیماری‌های ویروسی شباهت زیادی دارد و تشخیص آن را مشکل می‌کند. بیماری موزاییک باکتریایی، تاکنون در مزارع گندم از چندین استان در کشور گزارش شده و به نظر می‌رسد در سایر نواحی کشت گندم نیز وجود داشته باشد. با توجه به بذرزاد بودن این بیمارگر، تهیه بذر سالم و گواهی شده مهم‌ترین راهکار مدیریت این بیماری است. به منظور آشنایی بیشتر با این بیماری، جنبه‌های مختلف آن شامل تاریخچه، نشانه‌ها و روش شناسایی بیمارگر، زیست شناسی، دامنه میزبانی و مدیریت این بیماری در این مقاله شرح داده شده‌اند.

واژگان کلیدی: ایران، گندم، *Clavibacter tessellarius*

مقدمه

گندم به‌ترتیب با تولید و مصرف جهانی ۷۶۰ و ۷۵۱ میلیون تن، به‌عنوان یک محصول استراتژیک شناخته می‌شود و کشورهای اتحادیه اروپا، چین، هند، روسیه و آمریکا بزرگترین تولیدکنندگان جهانی این محصول می‌باشند (Fao 2020). ایران، سیزدهمین تولیدکننده جهانی این محصول بوده و استان‌های فارس، خوزستان، خراسان رضوی، گلستان، کرمانشاه، همدان، آذربایجان غربی، اردبیل و کردستان بالاترین میزان تولید این محصول را در کشور دارد (Ahmadi et al. 2020).

بیمارگرهای گیاهی نظیر قارچ‌ها، ویروس‌ها، باکتری‌ها، نماتدها و ... از جمله عوامل خسارت‌زای گندم می‌باشند و افت عملکرد محصول را باعث می‌شوند. یکی از بیماری‌های باکتریایی گندم، که در دنیا کمتر مورد توجه بوده است، موزاییک باکتریایی ناشی از *Clavibacter tessellarius* می‌باشد. گونه‌های مختلف جنس *Clavibacter* بیماری‌های مهمی را در گیاهان مختلف ایجاد می‌کنند (جدول ۱). اولین گزارش از این بیماری مربوط به سال ۱۹۷۶ در ایالت نبراسکا (Nebraska) از آمریکا

✉ mm.faghihi@yahoo.com

جدول ۱. خصوصیات فنوتیپی و بیوشیمیایی گونه‌های جنس *Clavibacter* (Li et al. 2018).

Table 1. Phenotypic and biochemical characteristics of *Clavibacter* species (Li et al. 2018)

ویژگی	*C. tessellarius*	*C. capsici*	*C. sepedonicus*	*C. nebraskensis*	*C. insidiosus*	*C. michiganensis* subsp. *michiganensis*
میزبان اصلی	گندم	فلفل	سیب‌زمینی	ذرت	یونجه	گوجه‌فرنگی
رنگ پرگنه	نارنجی	نارنجی	سفید	نارنجی/زرد	زرد/آبی	زرد
شکل پرگنه	گنبدی، موکوئید	لعابدار	فلوئید	گنبدی، موکوئید	فلوئید	فلوئید
رشد CNS در محیط	+	nd	-	+	-	+
رشد TTC در محیط	+	+	-	-	+	+
هیدرولیز ژلاتین	+-	nd	-	-	-	+
تولید لوان	+	+	-	+	-	-
تولید اسید از سوربیتول	+	nd	+	+	-	-
تولید اسید از سوربیتول	+-	nd	+	-	-	-
استفاده از ملیبیوز	-	+	-	+	-	+
استفاده از تری‌هالوز	+	+	+	+	+	+-
استفاده از فوکوز	-	-	-	-	-	+
استفاده از استات	-	nd	+	+	-	+
استفاده از گلیسرول	+	nd	-	+	+	+
استفاده از سوکسینات	+-	nd	+	+	-	+
هیدرولیز اسکولین	+	nd	+	+	+	+
فعالیت آلکالین فسفاتاز	+	+	+-	+	-	+
فعالیت آلفا مانوزیداز	-	nd	-	-	+	-

+: واکنش مثبت؛ -: واکنش منفی؛ +-: واکنش جدایه‌های مختلف متغیر بوده است؛ nd: تعیین نشده

می‌باشد. در سال‌های بعد این بیمارگر از تعداد بیشتری از ایالت‌های امریکا گزارش شد (Carlson and Vidaver 1982, Davis et al. 1984, Chang et al. 1991). باکتری عامل این بیماری بذرزاد بوده و پریکارپ، اندوسپرم و جنین بذر را آلوده می‌کند (McBeath 1983, McBeath and Adelman 1986). موزاییک باکتریایی گندم در سال ۲۰۱۶ در منطقه انتره رئوس (Entre Ríos) آمریکا روی برخی از ارقام گندم مشاهده شد. ردیابی وقوع ۷۷ درصدی موزاییک باکتریایی گندم در ۳۴۱ مزرعه مورد مطالعه در مقایسه با وقوع ۲۲ درصدی ویروس کوتولگی زرد جو (BYDV) و وقوع ۱۶ درصدی ویروس موزاییک رگه دوکی گندم (WSSMV) نشان‌دهنده میزان بالای وقوع این بیماری باکتریایی در مزارع مورد بررسی این مطالعه دارد (Kleczewski et al. 2020).

اولین گزارش وقوع بیماری موزاییک باکتریایی گندم از ایران مربوط به سال ۱۳۷۷ و منطقه باجگاه استان فارس می‌باشد که به صورت نقاط کلروتیک در سطح برگ مشاهده شد (Sahandpour and Azad 1998). بیماری موزاییک باکتریایی گندم در سال ۱۳۸۲ در استان تهران نیز ردیابی گردید (Arabi et al. 2004). در سال ۱۳۸۸ رضی نتاج و همکاران بیماری موزاییک باکتریایی گندم را از شرق گنبد و روی رقم N-80-19 مشاهده کردند (Razi Netaj et al. 2010). اخیراً نصیری و همکاران وقوع و پراکنش بیماری موزاییک باکتریایی گندم را در مزارع گندم در چهار استان فارس، خوزستان، کرمان و بوشهر بررسی و آلودگی این مزارع را به *C. tessellarius* گزارش و در مجموع، از ۱۹۲ مزرعه نمونه‌برداری شده، از ۵۳ مزرعه (۲۷/۶۰ درصد) باکتری *C. tessellarius* را جداسازی کردند (Nasiri et al. 2021).

عامل بیماری و زیست‌شناسی آن

عامل بیماری موزاییک باکتریایی گندم *C. tessellarius* است. تا سال ۲۰۱۸، این بیمارگر به‌عنوان یک زیرگونه از گونه *Clavibacter michiganensis* و تحت عنوان *Clavibacter michiganensis* subsp. *tessellarius* شناخته می‌شد، اما پس از پژوهش‌های تکمیلی که روی زیرگونه‌های باکتری *C. michiganensis* انجام شد، اغلب زیرگونه‌ها به‌عنوان یک گونه مستقل معرفی شدند (Li et al. 2018).

C. tessellarius یک باکتری گرم مثبت است که در محیط کشت نیمه اختصاصی BCT (Bacterial canker of tomato) (شکل ۱) و محیط کشت‌های دیگر مانند YDC (Yeast extract dextrose calcium carbonate agar) پرگنه‌های نارنجی رنگی ایجاد می‌کند. این باکتری از رده Actinobacteria، راسته Actinomycetales، خانواده Microbacteriaceae و جنس *Clavibacter* است. این باکتری لوان مثبت، فلورسنس منفی، پکتیناز منفی، از سوربیتول و مانیتول اسید تولید کرده و قابلیت استفاده از گلیسرول را دارد، ولی از استات نمی‌تواند استفاده کند (Li et al. 2018). پرگنه‌های باکتری *C. tessellarius* در دمای ۲۵ تا ۲۸ درجه سیلسیوس بهترین رشد را دارند و حداکثر دمای رشد آن ۳۵ درجه سیلسیوس می‌باشد. معمولاً بین سه تا پنج روز در دمای بهینه رشدی، روی محیط کشت پرگنه‌های نارنجی رنگ تولید می‌کند. این باکتری میله‌ای شکل و در اندازه ۰/۵ در ۲ میکرومتر و غیرمتحرک است. این باکتری با دو گونه *Clavibacter michiganensis* subsp.

شکل ۱. پرگنه‌های نارنجی رنگ باکتری *Clavibacter tessellarius* (A) و پرگنه های زرد رنگ باکتری Clavibacter *michiganensis* subsp. *michiganensis*(B) روی محیط کشت BCT

Figure 1. Orange and yellow pigmented-colonies of pure cultures of *Clavibacter tessellaius* (A) and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (B) on BCT medium

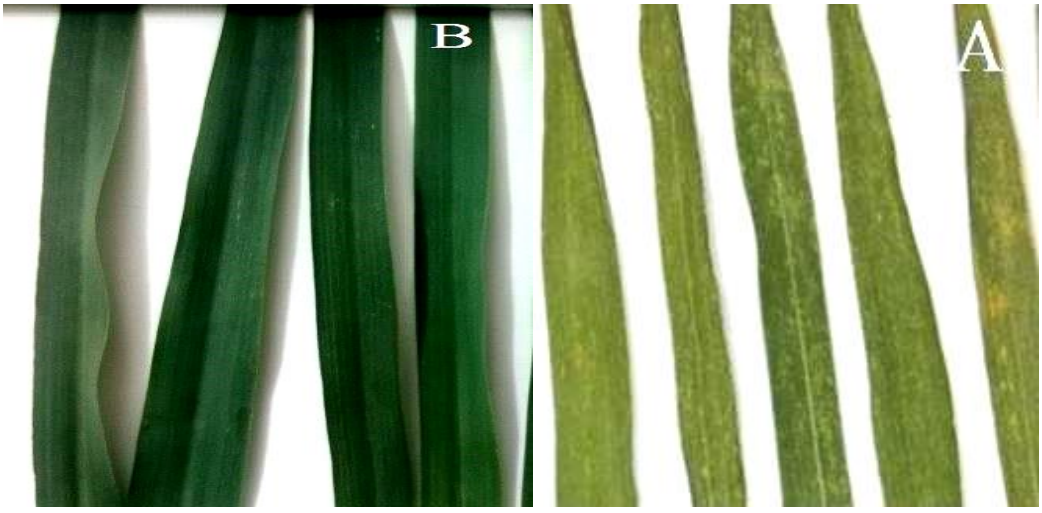
michiganensis (عامل پژمردگی و شانکرباکتریایی گوجه‌فرنگی و گونه *nebraskensis* (بیمارگر ذرت)، ارتباط نزدیک دارد (Ftayeh 2009). خصوصیات فنوتیپی و بیوشیمایی و افتراقی گونه‌های کلاوی‌باکتر درجدول ۱ خلاصه شده‌اند. این گونه‌ها به عنوان زیرگونه‌هایی از *Clavibacter michiganensis* بودند که اخیراً به عنوان گونه مجزا پیشنهاد شده‌اند (Li et al. 2018).

باکتری *C. tessellarius* می‌تواند در بقایای میزبان، گلوم‌ها و بذر بقا یابد و شرایط مرطوب برای توسعه و ایجاد نشانه‌ها آن مناسب‌تر است (Change et al. 1991).

نشانه‌ها و خسارت بیماری

نشانه‌های مشخص بیماری شامل لکه‌های زرد ورنگ‌پریده کوچک با حاشیه‌های کم و بیش نامشخص شبیه به الگوی موزاییک بیماری‌های ویروسی می‌باشد و این نشانه‌ها کم و بیش به طور یکنواخت روی برگ توزیع شده است (شکل ۲). با این حال، این نشانه‌ها بیشتر در برگ‌های میانی و بالایی گیاه مشاهده می‌شود. نشانه‌ها بیماری معمولاً در برگ پرچم نیز هنگام پرشدن دانه‌ها مشاهده می‌شود. ردیابی نشانه‌ها به دلیل شباهت به سایر بیماری‌های برگ یا کمبود مواد مغذی، مشکل است. برخلاف برخی از بیمارگرهای باکتریایی مانند عامل لکه نواری گندم، ترشح اووز باکتریایی و آبسوختگی که در تعداد زیادی از بیماری‌های باکتریایی مشاهده می‌شود، در این بیماری دیده نمی‌شود. این بیماری با کاهش سطح سبز برگ، توانایی گیاه را در جذب نور و تولید زیست توده کاهش می‌دهد. در آلودگی شدید، این بیماری می‌تواند موجب از بین رفتن برگ پرچم و بسته به شدت نشانه‌ها در طول دوره بحرانی پرکردن دانه، ممکن است باعث کاهش عملکرد و ایجاد خسارت معنی‌دار شود (MacBeath 1983 Schutt 2019).

به طورکلی، کلاوی‌باکترها را می‌توان به‌عنوان بیمارگرهای بیوتروف در نظر گرفت که مواد مغذی



شکل ۲. نشانه‌های بیماری موزاییک باکتریایی روی برگ گندم به صورت نقاط و لکه‌های کوچک رنگ پریده (A) در مقایسه با برگ سالم (B)

Figure 2. Symptoms of wheat bacterial mosaic in infected leaves (A) compare with healthy ones (B)

(اسیدهای کربوکسیلیک و قندها) را از آوند چوبی جذب می‌کنند. باکتری *C. tessellarius* پس از ورود به گیاه گندم، در آوند چوبی قرار می‌گیرد. به دنبال رشد و گسترش این باکتری در آوند چوبی، دیواره‌های سلولی آوند چوبی و سلول‌های پارانشیمی اطراف آن، با ترشح سلولازها و سایر آنزیم‌های خارج سلولی شامل پلی‌گالاکتوروناز، زایلانازها و سایر اندوگلوکانازها هیدولیز و منجر به ایجاد نشانه‌ها می‌شوند (Eichenlaub et al. 2006).

جداسازی و شناسایی عامل بیماری

برای جداسازی عامل بیماری، ابتدا برگ‌های گیاه میزبان را با وایتکس یک درصد به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و با آب مقطر سترون شسته و به اندازه‌های ریز بریده و در آب مقطر سترون غوطه‌ور می‌شوند. پس از حدود یک تا دو ساعت، از این سوسپانسیون روی محیط کشت‌های مختلف شامل yeast extract peptone glucose agar (YPGA) و bacterial canker of tomato (BCT) پخش یا مخطط می‌شوند و به مدت سه تا هفت روز در انکوباتور با دمای ۲۵ تا ۲۸ درجه سیلسیوس قرار می‌گیرند. پس از این مدت، در محیط کشت‌ها، جدایه‌های با رنگ پرگنه نارنجی انتخاب و آزمون گرم روی آن‌ها انجام می‌شود. سپس، روی این جدایه‌های گرم مثبت آزمون‌های فنوتیپی و بیوشیمیایی مطابق جدول ۱ برای شناسایی و تفکیک جدایه‌ها انجام می‌شود (Li et al. 2018 Schaad et al. 2001).

برای شناسایی تکمیلی بیمارگر از روش مولکولی استفاده می‌شود. ابتدا استخراج دی‌ان‌ای براساس روش معمول CTAB (Doyle and Doyle 1991) از سوسپانسیون هر جدایه انجام می‌شود. با توجه به

اینکه آغازگرهای اختصاصی مناسب و قابل اطمینانی برای تشخیص این باکتری در منابع وجود ندارد، با آزمون پی‌سی‌آر با استفاده از آغازگرهای اختصاصی CMR16F1/CMR16R1 مربوط به جنس *Clavibacter* (Lee et al. 1997) که قطعه حدود ۱/۴ کیلوجفت باز را از ژن *16S rRNA* در گونه‌ها و زیرگونه‌های جنس *Clavibacter* تکثیر می‌کند، این جدایه‌ها بررسی می‌شوند. سپس، در نمونه‌های مثبت، یک یا دو ژن خانه‌زادی با آغازگرهای اختصاصی مربوطه با روش پی‌سی‌آر تکثیر و تعیین توالی می‌شود و جستجوی بلاست با قطعات تعیین توالی شده در ژن‌بانک انجام می‌شود تا گونه باکتری از روی میزان قرابت توالی ژن خانه‌زادی با توالی متناظر آن در سایر جدایه‌های ژن بانک تشخیص داده شود. ژن *gyrB* یکی از ژن‌های خانه‌زادی است که تکثیر و تعیین توالی آن با آغازگرهای اختصاصی می‌تواند گونه *C. tessellarius* را از سایر گونه‌های نزدیک به آن تفکیک کند (Nasiri et al. 2021).

دامنه میزبانی بیمارگر

محققین واکنش ارقام مختلف گندم را نسبت به عامل موزاییک باکتریایی گندم در گلخانه بررسی و شدیدترین نشانه‌ها و بیشترین سطح آلودگی را در ارقام استار، فلات، الموت و پیشتاز مادری و کمترین شدت نشانه‌ها را در رقم زرین مشاهده و وجود نشانه‌ها را در برخی از ارقام دیگر مانند چمران، شیراز و دوروم گزارش کردند (Sahandpour and Rahimian 2004). در مطالعات پیشین آلودگی بدون نشانه‌ها *C. tessellarius* روی برخی از گیاهان خانواده گرامینه مانند جو، یولاف، ذرت شیرین، سودان گراس و چاودار وحشی گزارش شده است (Carlson and Vidaver 1982). در بررسی‌های گلخانه‌ای، پس از مایه‌زنی باکتری عامل بیماری به برگ‌های ارقام مختلف گندم، ذرت، جو، یولاف و چاودار، نشانه‌ها این بیماری به صورت نقاط رنگ پریده کوچک و پراکنده روی برگ‌های ارقام مختلف گندم پس از دو تا سه هفته، در مقایسه با شاهد مایه‌زنی نشده، قابل مشاهده بود، ولی در سایر گیاهان مورد بررسی مانند ذرت، جو، یولاف و چاودار نشانه ها مشخصی از بیماری حتی پس از گذشت یک ماه از مایه‌زنی مشاهده نشد. درمطالعه‌ای که اخیراً با هدف بررسی دامنه میزبانی و دینامیک جمعیت باکتری *C. tessellarius* روی ارقام مختلف گندم شامل چمران، چمران ۲، سیروان، پیشتاز، طلایی، مهرگان، تیرگان و بهرنگ و گیاهان جو، چاودار، ذرت و یولاف انجام شد مشخص شد که ارقام چمران، چمران ۲، سیروان و طلایی به‌عنوان میزبان‌های مناسب‌تر برای تکثیر باکتری *C. tessellarius* و ارقام مهرگان و تیرگان میزبان‌های با حساسیت کمتر بودند. کمترین میانگین جمعیتی باکتری در بازه‌های زمانی مختلف پس از مایه‌زنی، مربوط به گیاهان جو، یولاف و ذرت بود که نشان‌دهنده متحمل بودن آنها نسبت به باکتری عامل بیماری موزاییک است (Nasiri et al. 2021).

مدیریت بیماری

از آنجایی که عامل بیماری موزاییک باکتریایی گندم یک بیماری بذرزاد می‌باشد، استفاده از بذور سالم و گواهی شده و تهیه بذور از مناطق و مزارع غیرآلوده اهمیت زیادی دارد. همچنین، تشخیص

قطعی و مبارزه به موقع با موزاییک باکتریایی گندم مهمترین مرحله در مدیریت و کنترل این بیماری به‌شمار می‌رود. همان‌طور که پیشتر ذکر گردید تشخیص قطعی بیماری با استفاده از مجموعه‌ای از روش‌های میدانی و آزمایشگاهی انجام می‌شود. تناوب کشت گندم با گیاهان خانواده گرامینه و وجود این گیاهان به عنوان علف هرز در اطراف مزارع گندم می‌تواند منجر به بقای باکتری روی این میزبان‌ها و وقوع و پراکنش بیشتر بیماری روی گندم شود. بنابراین، تناوب زراعی با گیاهان غیرمیزبان و یا حذف علف‌های هرز گرامینه می‌تواند به کاهش شیوع و کم شدن نشانه‌ها بیماری در مزرعه منجر شود (Schaad et al. 2001).

نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعات انجام شده تاکنون بیماری موزاییک باکتریایی گندم از استانهای فارس، خوزستان، کرمان، بوشهر، گلستان و تهران گزارش شده است و احتمال وقوع آن در سایر نواحی کشت گندم دور از انتظار نیست. به طورکلی، مطالعات انجام شده در خصوص این بیمارگر در دنیا بسیار محدود می‌باشد و این احتمالاً به دلیل نزدیکی نشانه‌ها این بیمارگر با نشانه‌ها بیماری‌های ویروسی و نشانه‌ها کمبودهای غذایی و عدم شناخت کافی از نشانه‌ها این بیماری بوده است. آخرین مطالعات در خصوص این بیماری نشان داده است که در حال حاضر، به‌طور میانگین حدود ۲۷ درصد از مزارع گندم در چهار استان جنوب کشور به این باکتری آلوده می‌باشند. با توجه به بذرزاد بودن این بیمارگر تهیه بذر سالم و گواهی شده مهمترین راهکار مدیریت این بیماری می‌باشد.

References منابع

Ahmadi K, Ebadzadeh H, Hatami H, Kazemian A (2020) Agricultural Statistics of 2018-2019 Crop Year. Volume One, Ministry of Agriculture. P.89.

Arabi F, Nicravesh V, Rahimian H (2004) Bacterial mosaic of wheat in Tehran province. Proceedings of the 16th Iranian plant Protection Congress, Tabriz, Iran.

Carlson RA, Vidaver AK (1982) Taxonomy of Corynebacterium plant pathogens, including a new pathogen of wheat, based on polyacrylamide gel electrophoresis of cellular proteins. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 32:315–326.

Chang RJ, Ries SM, Hewings AD, D'Arcy CJ (1991) Bacterial mosaic of wheat in Illinois. Plant Disease 12:1037-1037.

Davis MJ, Gillaspie Jr, Vidaver AK, Harris R (1984) *Clavibacter*: a new genus containing some phytopathogenic coryneform bacteria, including *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* sp.nov., subsp. nov. and *Clavibacter xyli* subsp. *cynodontis* subsp. nov., pathogens that cause ratoon stunting disease of sugarcane and Bermudagrass stunting disease. International Journal of Systematic Bacteriology 34:107-117.

Doyle JJ, Doyle JL (1991) Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12:13-15.

Eichenlaub R, Garteman KH, Burger A (2006) *Clavibacter michiganensis*, a Group of Gram-Positive Phytopathogenic Bacteria. PP. 385-421 In: Plant-Associated Bacteria. S S Gnanamanickam, (ed.). Springer. Dordrecht, The Netherlands.

FAO (2020) Crop Prospects and Food Situation-Quarterly Global Report No. 1, March 2020. Rome.

Ftayeh R. (2009) Elimination of Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis from tomato cultures and seeds by highly sensitive detection methods and effective seed treatments. PhD thesis, Plant Pathology, University of Göttingen, Germany.

Kleczewski N, Chapara V, Bradley C (2020) Occurrence of viruses and *Clavibacter michiganensis* in winter wheat in Illinois, 2009 to 2011 and 2019 to 2020. Plant Health Progress, 21:317-320.

Lee IM, Bartoszyk IM, Gundersen DE, Mogen B, Davis RE (1997) Nested PCR for ultrasensitive detection of the potato ring rot bacterium, *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. Applied and Environmental Microbiology 63:2625-2630.

Li X, Tambong J, Yuan KX, Chen W, Xu H (2018) Re-classification of *Clavibacter michiganensis* subspecies on the basis of whole-genome and multi-locus sequence analyses. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 68:234-240.

McBeath J (1983) Other Bacterial Diseases. PP. 104-112. In: Seed-Borne Diseases and Seed Health Testing of Wheat. SB Mathur and BM Cunfer (eds.). Jordbrugsforlaget.

McBeath J, Adelman M (1986) Detection of *Corynebacterium michiganense* subsp. *tessellarius* in seeds and wheat plants. Phytopathology 76: 1099-1099.

Nasiri M, Rahimian, H, Faghihi, MM, Babaeizad V (2021) Occurrence and distribution of wheat bacterial mosaic in southern Iran. Plant Protection 44:359-374.

Razi M, Aghajani M, Mirali M (2010) Occurrence of bacterial wheat mosaic in Golestan province. Proceedings of the 19th Iranian plant Protection Congress, Tehran, Iran. P.23.

Sahandpour A, Azad H (1998) Occurrence of bacterial wheat mosaic in Fars province. Proceedings of the 14th Iranian Plant Protection Congress, Isfahan, Iran.

Sahandpour A, Rahimian H (2004) Investigation of reaction of different wheat cultivars to bacterial mosaic of wheat. Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress, Tabriz, Iran.

Schaad NW, Jones JB, Chun W (2001) Laboratory guide for the identification of plant pathogenic bacteria (No. ed. 3). American Phytopathological Society (APS press). 84:35-36.

Schutt L S (2019) Serie Extensión INTA Paraná N 84:35-36.