

پیماری میوه سبز مرکبات و اثر تغذیه بر آن



تألیف:

طاهره رئیسی

مرتضی گل محمدی

نشریه فنی

مرداد ۹۵



شناسنامه

نام نشریه	: بیماری میوه سبز مرکبات و اثر تغذیه بر آن
نویسندگان	: طاهره رئیسی و مرتضی گل محمدی
ویراستار علمی و ادبی	: یحیی تاجور و بیژن مرادی
طراحی و صفحه آرایی	: طاهره رئیسی
ناشر	: کمیته انتشارات پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری
شمارگان	: الکترونیکی
سال انتشار	: ۱۳۹۵
نشانی	: رامسر، خیابان استاد مطهری، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری

تلفن: ۰۱۱۵۵۲۲۵۲۳۳ - دورنگار: ۰۱۱۵۵۲۲۳۲۸۲ - صندوق پستی: ۴۶۹۱۵۳۳۵

Email: citrus.press@yahoo.com

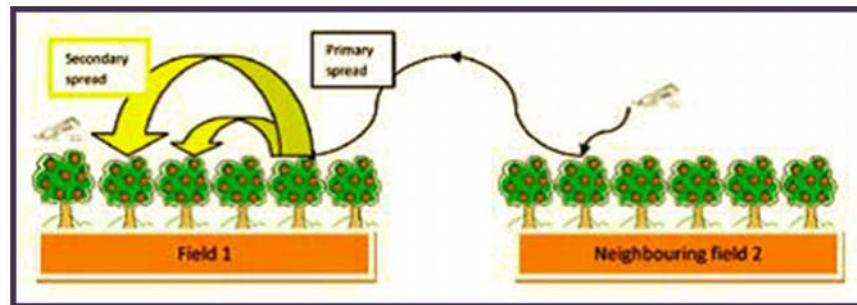
این نشریه به شماره ۴۹۹۶۳ مورخ ۹۵/۰۵/۱۲ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی ثبت شده است.

۱- مقدمه.....	۱
۲- دامنه میزبانی و علائم ظاهری بیماری میوه سبز مرکبات.....	۲
۳- ویژگی‌های کیفی و شیمیایی میوه‌ی درختان آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات.....	۴
۴- راهکارهای مدیریتی مبارزه با بیماری میوه سبز مرکبات.....	۵
۵- نقش تغذیه بر تعدیل اثرات منفی بیماری میوه سبز در مرکبات.....	۶
۵-۱- کاربرد اصلاح‌کننده‌های خاک در مدیریت کنترل بیماری میوه سبز مرکبات.....	۸
۵-۲- تاثیر تغذیه برگی بر مدیریت کنترل بیماری میوه سبز مرکبات.....	۹
۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....	۱۳
۷- منابع.....	۱۴

۱- مقدمه

بیماری میوه سبز یا ^۱HLB، یک بیماری بسیار مخرب و رو به گسترش در مناطق تحت کشت مرکبات است (۱۴). عامل ایجاد بیماری میوه سبز مرکبات نوعی باکتری گرم منفی (*Candidatus Liberibacter Las*) spp. بوده که در آوند آبکش گیاهان مستقر می‌گردد (۱۱). تلاش‌ها برای کشت آزمایشگاهی این باکتری هنوز موفقیت‌آمیز نبوده است (۱۳). عامل ایجاد کننده این بیماری از یک درخت به درخت دیگر توسط پسیل‌ها منتقل می‌شود (شکل ۱). اولین بار این بیماری از آسیای شرقی و آفریقای جنوبی به طور رسمی گزارش شده است (۴). در سال‌های بعد دامنه‌ی آلودگی به این بیماری به کشور برزیل (۵) و ایالت فلوریدای آمریکا (۳) نیز گسترش یافت. در مناطق جنوبی ایران نیز گزارشاتی رسمی از آلودگی درختان مرکبات به این بیماری وجود دارد (۱۰). طبق گزارش گراسا و کارستن (۷) رخداد این بیماری منجر به کاهش ارزش اقتصادی تولید مرکبات در آسیا و آفریقا شده و نیز پیش‌بینی می‌گردد که در سال ۲۰۲۰ به ترتیب در برزیل و فلوریدا گسترش این بیماری منجر به کاهش تولید ۱۳ و ۳۱ درصدی خواهد شد (۲۶). بنابراین، این بیماری یک تهدید جهانی برای تولید مرکبات است.

¹ Huanglongbing



۱- نحوه‌ی انتقال عامل ایجاد کننده‌ی بیماری میوه سبز مرکبات توسط پسیل آسیایی

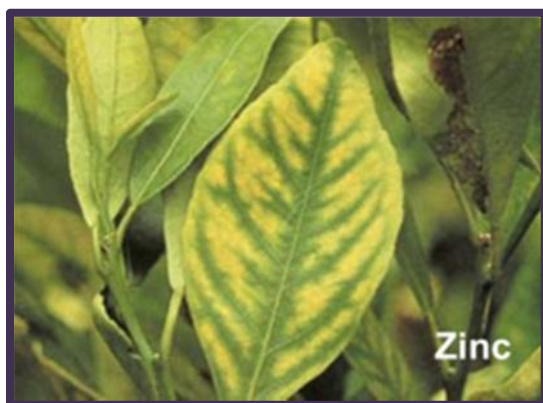
۲- دامنه میزبانی و علائم ظاهری بیماری میوه سبز مرکبات

بسیاری از ارقام مرکبات میزبان خوبی برای پاتوژن بیماری میوه سبز مرکبات هستند. در میان ارقام مرکبات، پرتقال، کلمانتین و تانجلو از حساس‌ترین ارقام به این بیماری می‌باشند. گریپ‌فروت، نارنج، لمون‌ها و رانگپورلایم حساسیت متوسطی به این بیماری دارند این درحالی است که مکزکین لایم و سه‌برگچه‌ای‌ها کمترین حساسیت را به این بیماری نشان می‌دهند (۱۷). برای این بیماری علائم ظاهری منحصر به فردی وجود ندارد. کاهش ارتفاع گیاه، ایجاد بذره‌ای عقیم، حالت لکه‌ای شدن برگ‌ها و کلروز برگ‌ها که شبیه علائم کمبود آهن، روی و منیزیم است (شکل ۲ و ۳)، از علائم احتمالی درختان آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات می‌باشد. با پیشرفت آلودگی برگ‌های ریزش خواهند کرد و مرگ شاخه‌ها نیز در مراحل بعدی مشاهده خواهد شد (۴). طبق گزارش گونزالس و همکاران (۱۳) علت ایجاد لکه‌های زرد در برگ درختان آلوده به عامل بیماری میوه سبز مرکبات، می‌تواند ناشی از متلاشی شدن تیلاکوئیدهای کلروپلاست در اثر تجمع نشاسته باشد. لازم به ذکر است تجمع نشاسته در قسمت‌های منبع گیاه یکی از علائم احتمالی آلودگی به بیماری میوه سبز مرکبات است. در

بسياري از مواقع علائم ظاهري ذكر شده هم‌زمان با هم در يك درخت مشاهده نمي‌شوند. علاوه بر اين، اين علائم ظاهري ممكن است توسط علائم ديگر بيماري‌هاي گياهي پوشانده شده و يا توسط شرايط ديگري غير از اين بيماري نيز رخ دهند (۴). بنابر اين، متاسفانه در اكثر مواقع هم درختان سالم و هم درختان آلوده به يك شيوه مديريت مي‌گردند.



شكل ۲- برخي علائم ظاهري بيماري ميوه سبز مړ كبات (۱۵)



شكل ۳- مقايسه نقش علائم ظاهري نامتقارن و لكه‌اي بيماري ميوه سبز مړ كبات (شكل سمت راست) با نقش علائم ظاهري متقارن كمبود روي (شكل سمت چپ)

۳- ویژگی‌های کیفی و شیمیایی میوه‌ی درختان آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات

علاوه بر احتمال رخداد علائم ظاهری ذکر شده در درختان آلوده به بیماری میوه سبز، میوه درختان آلوده نسبت به درختان سالم نیز کوچکتر، نامتقارن و بد شکل، کم‌رنگ‌تر بوده و رنگ‌گیری میوه‌ها نیز از دم میوه (رنگ‌گیری برعکس) شروع می‌شود (۲۴؛ شکل ۴). به دنبال آلودگی به بیماری میوه سبز مرکبات، عصاره میوه درخت آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات اسیدی‌تر با مقدار قند کمتر خواهد بود که منجر به کاهش نسبت بریکس به اسیدیت میوه می‌گردد. به‌طور کلی ویژگی‌های آب میوه دارای علائم آلودگی شبیه آب میوه‌ی نارس می‌باشد (۶). در مرکبات توقف رشد میوه معمولاً با کمبود ساکارز مرتبط است (۱۲). طبق گزارش کیم و همکاران (۱۶) در درختان پرتقال آلوده شده به بیماری میوه سبز مرکبات، منافذ آوند آبکش از طریق رسوب کالوز بسته می‌شوند. امر فوق احتمالاً منجر به بهم‌ریختگی انتقال کربوهیدرات‌ها شده که منجر به تجمع نشاسته در پلاستیدهای برگ‌های دارای علائم می‌گردد (۱۳). در تحقیقی در فلوریدا ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی میوه‌های پرتقال والنسیا (روی پایه‌ی سیترملو) دارای علائم و میوه‌های فاقد علائم آلودگی به بیماری میوه سبز مرکبات که متعلق به یک درخت آلوده به این بیماری بودند و نیز میوه‌هایی از درختان سالم پرتقال مورد ارزیابی قرار گرفتند (۲۴). نتایج این تحقیق نشان داد که وزن و اندازه میوه‌های رسیده‌ی دارای علائم نسبت به میوه‌های فاقد علائم و میوه‌های سالم کوچک‌تر با بریکس کمتر بود. در این تحقیق مقدار نشاسته در آب میوه‌های دارای علائم و سالم مشابه بود ولی مقدار ساکارز در میوه‌های دارای علائم کمتر از میوه‌های سالم و فاقد علائم بود. همچنین، مقدار نشاسته و ساکارز در پوست میوه‌های رسیده‌ی دارای علائم نسبت به میوه‌های فاقد علائم و میوه‌های سالم کمتر بود. علاوه براین، عدم توازن هورمونی ممکن است دلیلی بر ایجاد میوه‌های نامتقارن با رنگ غیریکنواخت باشد (۱۶). به‌طور کلی، با پیشرفت شدت آلودگی درخت به بیماری میوه سبز مرکبات، کمبود عناصر غذایی و عدم تعادل کربوهیدرات‌ها در برگ و ریشه‌ها ممکن است گسترش یابد. بنابراین، ریشه‌ی درختان آلوده گرسنه مانده و مستعد آسیب توسط پاتوژن‌های ثانویه شده که منجر به اختلال تغذیه در گیاهان آلوده خواهد شد که می‌تواند توقف رشد و در نهایت مرگ گیاه را به همراه داشته باشد (۲۱).



شکل ۴- میوه‌ی درختان آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات

۴- راهکارهای مدیریتی مبارزه با بیماری میوه سبز مرکبات

راه حل قطعی تا این زمان برای بیماری میوه سبز مرکبات وجود ندارد، اما سه مدیریت سنتی برای مبارزه با بیماری شامل کنترل حشره ناقل عامل بیماری با استفاده از ابزار شیمیایی و بیولوژیکی، حذف درختان آلوده با هدف کاهش منبع آلودگی در باغ و کشت نهال‌های عاری از بیماری (۲) در مناطق مستعد آلودگی به بیماری میوه سبز مرکبات بسیار به کار گماشته می‌شود. استفاده از حشره‌کش‌ها ممکن است در کاهش انتشار بیماری در مراحل اولیه شروع اپیدمی مفید و مؤثر باشد، اما وقتی اغلب درختان در باغ آلوده شده‌اند احتمال جلوگیری از انتشار این بیماری با استفاده از حشره‌کش‌ها به تنهایی ممکن است کارایی نداشته باشد (۲۵). به هر حال،

جایگزین کردن درختان و به بار نشستن درختان جدید بدون آلودگی به بیماری میوه سبز مرکبات هزینه‌بر، زمان‌بر و هم حتی تحت مدیریت شدید کاربرد حشره‌کش‌ها کاری دشوار بوده که موجب می‌گردد تولید کننده تمایلی به حذف درختان آلوده‌ای بارده نداشته باشند (۲).

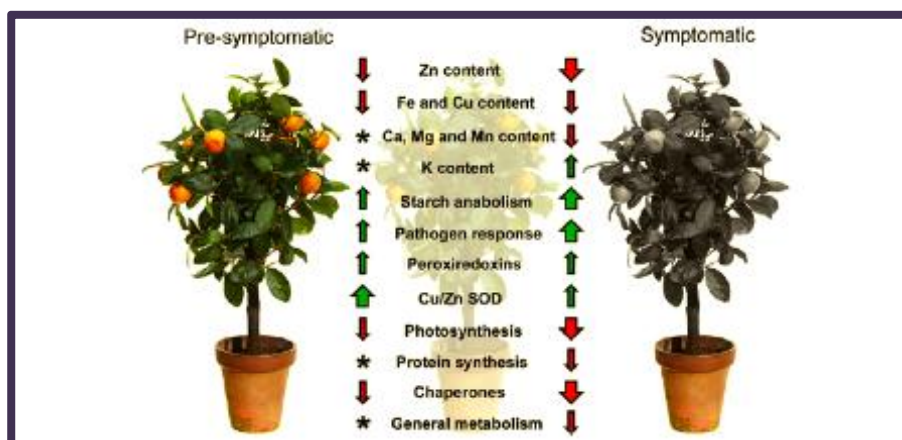
شدت پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف به این بیماری متفاوت است (۹). حتی در ژنوتیپ‌های مشابه نیز می‌توان تفاوت‌هایی در شدت پاسخ به این بیماری مشاهده کرد که نشان می‌دهد برخی عواملی دیگر نیز می‌توانند بر تحمل نسبی درختان آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات دخیل باشند (۲۵). از جمله این موارد می‌توان به اثر تغذیه بر تحمل نسبی درختان مرکبات آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات اشاره داشت که در ادامه به موارد فنی این موضوع پرداخته شده است.

۵- نقش تغذیه بر تعدیل اثرات منفی بیماری میوه سبز در مرکبات

یکی از عواملی که ممکن است تحمل‌پذیری به بیماری را تحت‌تأثیر قرار دهد، شرایط تغذیه‌ای است (۸). شرایط تغذیه‌ای می‌تواند با تأثیر بر ترکیب جمعیت میکروبی منطقه ریزوسفر، موجب فعالیت برخی باکتری و قارچ‌های اندوفیت شده که میکروارگانیسم‌های ذکر شده از طریق تغییر شیره پرورده می‌توانند از انتقال پاتوژن‌ها در گیاه میزبان، جلوگیری نماید (۱۹). از سال‌ها پیش برخی تولیدکننده‌های مرکبات به‌ویژه در کشور چین از راهکار بهبود وضعیت تغذیه‌ای (شامل عناصر غذایی میکرو و ماکرو) برای حفظ و استفاده از درختان بیمار و کاهش علائم بیماری بهره برده‌اند (۱۵).

در بسیاری منابع نقش عناصر غذایی بر بیماری‌های گیاهی بررسی شده است (۸). مطابق تحقیقات انجام شده در گذشته، در برگ‌های درختان مرکبات رشد یافته در خاک حاوی مواد معدنی فراوان، غلظت بیشتری روی، آهن و علائم ظاهری کمتری از بیماری میوه سبز مرکبات مشاهده شده است (۳۱). علاوه بر این، در پژوهش انجام شده بین ویژگی‌های کیفی مانند مقدار قند بالاتر، ویتامین ث بیشتر و اندازه میوه بزرگتر با کاربرد برگی روی و بر همبستگی یافت شد. بین کاهش بیان پروتئین‌ها مربوط به فتوسنتز، سنتز پروتئین و متابولیسم

با کاهش مقدار کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس در برگ درختان دو ساله‌ی گریپ‌فروت آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات، به‌ویژه در مرحله‌ی بعد از بروز علائم ظاهری، همبستگی مشاهده شده است (۲۰؛ شکل ۵). از سوی دیگر این گونه بیان شده که کاربرد عناصر غذایی تأثیری بر کاهش تراکم باکتری (عامل بیماری میوه سبز مرکبات) در اندام برگ درختان آلوده، ندارند (۱۴). هم‌چنین، در تحقیق دیگری مشاهده شد که کاربرد کود حاوی عنصر روی نه تنها تراکم باکتری عامل میوه سبز مرکبات را در برگ گیاه کاهش نداده بلکه منجر به افزایش این شاخص نیز شده است (۳۱). به هر حال تغذیه متعادل احتمالاً روند سیر نزولی عملکرد درختان آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات را کندتر خواهد کرد. به طوری که وجود درختان به ظاهر سالم که سال‌ها پس از آلودگی به بیماری میوه سبز مرکبات در فلوریدا در حال داشت و برداشت محصول بودند نیز تایید کننده تأثیر تغذیه بر بقاء و تولید درختان آلوده بوده است (۲۵). تعدادی برنامه‌های تغذیه‌ای متعددی توسط محققین کشورهای آمریکا، برزیل، چین و غیره ارائه شده که در اغلب موارد کاربرد روی، منیزیم، آهن، بر، کلسیم، سالیسیلیک اسید، سیتریک اسید و گلوتامیک اسید توصیه گردیده است. در ادامه به بررسی برخی منابع منتشرشده در مورد اثر تغذیه بر کنترل بیماری میوه سبز مرکبات و نیز اثر این بیماری بر وضعیت عناصر غذایی در درختان آلوده پرداخته شده است.



شکل ۵- خلاصه شماتیک تغییرات سطوح عناصر غذایی و سطوح بیان پروتئین‌ها در برگ نهال‌های گریپ‌فروت پس از گذشت سه ماه (پیش از ظهور علائم ظاهری) و شش ماه (پس از ظهور علائم ظاهری) از آلوده‌سازی این نهال‌ها با عامل بیماری میوه سبز

مرکبات (۲۰)

۵-۱- کاربرد اصلاح‌کننده‌های خاک در مدیریت کنترل بیماری میوه سبز مرکبات

یکی از راهکارهای تغذیه‌ای ارائه شده برای بهبود وضعیت حاصلخیزی و نیز شرایط فیزیکی و بیوشیمیایی خاک از طریق بکار بردن کودهای شیمیایی و اصلاح‌کننده‌های خاک^۱ می‌باشد. اصلاح‌کننده‌های خاک تولیداتی مصنوعی و یا طبیعی هستند که وضعیت فیزیکی و نیز قدرت تأمین عناصر غذایی برای گیاهان را بهبود می‌بخشد. طیف گسترده‌ای از مواد شامل انواع کمپوست‌ها، کودهای آلی و زغال انواع چوپ‌ها به‌عنوان اصلاح‌کننده خاک برای بهبود ویژگی‌های خاک و تأمین عناصر غذایی استفاده می‌شوند (۳۰). در تحقیقی کوتاه مدت در چین در باغ‌های آلوده به میوه سبز مرکبات درختان به دو دسته (با و بدون کاربرد اصلاح‌کننده‌های خاک) تقسیم شدند. کاربرد اصلاح‌کننده خاک (پ-اچ $\square/\square$ ، درصد رطوبت ۷/۷۶ و مقدار ماده آلی ۱۰/۳۹ درصد و نیز درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم ۰/۶۳، ۰/۳۰ و ۰/۰۷ درصد) در پای درختان آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات با سنین مختلف منجر به بهبود قدرت درخت و کیفیت میوه و نیز کاهش تراکم عامل ایجاد کننده میوه سبز مرکبات در برگ درختان آلوده در مقایسه با تیمار کنترل شد. هم‌چنین، ۱۰ ماه پس از کاربرد اصلاح‌کننده‌های خاک، تراکم عامل ایجاد کننده میوه سبز مرکبات در برگ درختان جوان به مراتب کمتر از درختان با سنین بیشتر بود و اثر اصلاح‌کننده‌های خاک بر کنترل میوه سبز مرکبات در درختان جوان بیشتر از درختان با سنین بالاتر بود. هم‌چنین، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منگنز در خاک‌های تیمار شده بیشتر از خاک‌های تیمار نشده بود.

در پژوهشی دیگر در خاک‌های با بافت شنی و بافت لوم رسی مشاهده گردید که علی‌رغم وضعیت حاصلخیزی متفاوت خاک شنی نسبت به خاک لوم رسی، شدت علائم بیماری میوه سبز مرکبات مشاهده شده در خاک‌ها تفاوتی نداشتند. در واقع می‌توان نتیجه گرفت که در مراحل پیشرفته‌ی آلودگی درختان، سیستم ریشه ضعیف گشته که موجب اختلال در جذب و انتقال عناصر غذایی توسط ریشه شده که منجر به عدم تاثیر بافت خاک و عناصر غذایی بر کنترل بیماری می‌گردد. بنابراین، کاربرد خاکی کود و اصلاح‌کننده‌ها به‌ویژه در

¹ Soil Conditioner

مراحلی از بیماری که هنوز سیستم ریشه درخت به‌طور کامل در اثر بیماری تخریب نشده، می‌تواند در مدیریت این بیماری مفید واقع گردد.

۵-۲- تأثیر تغذیه برگی بر مدیریت کنترل بیماری میوه سبز مرکبات

یکی دیگر از راهکارهای تغذیه‌ای ارائه شده برای مبارزه و کنترل خسارت ناشی از بیماری میوه سبز مرکبات روش محلول‌پاشی تکمیلی می‌باشد. احتمالاً کاربرد برگی عناصر غذایی به‌ویژه در شرایطی که علائم ظاهری این بیماری به‌طور متوسط ظاهر شده (قبل از تخریب بخش زیادی از سیستم ریشه)، می‌تواند علائم کمبود تغذیه‌ای را اصلاح کند. کاربرد تلفیقی عناصر میکرو و سالیسیلیک‌اسید و یا با فسفیت، روشی مؤثر در حفظ ظرفیت تولید درختان آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات می‌باشد (۱ و ۲۳). ماساوکا و همکاران (۱۸) در مطالعاتی گلخانه و مزرعه‌ای رابطه عناصر روی، آهن، منگنز و مس برگ (جزء چهار عنصر غیر متحرک در آوند آبکش) را در ارتباط بیماری میوه سبز مرکبات مورد بررسی قرار دادند که نتایج آنها بیان‌گر آن بود که مقدار روی و آهن در برگ درختان ماندارین و رافلمون آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات، کمتر از گیاهان سالم بود این در حالی بود که در بین گیاهان سالم و آلوده از لحاظ مقدار منگنز و مس تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کاربرد روی و آهن ممکن است شدت بروز علائم ظاهری را کاهش و عمر درخت آلوده را افزایش دهد. در گزارشی دیگر مقدار روی در برگ‌های جوان و پیر گریپ‌فروت آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات در مقایسه با گیاه سالم، کمتر گزارش گردید. علاوه براین، غلظت منگنز و مس نیز در برگ‌های جوان گیاه آلوده، کمتر از برگ‌های جوان گیاه سالم بود. این در حالی بود که مقدار عناصر ماکرو در برگ‌های جوان و پیر درخت آلوده متأثر از بیماری میوه سبز مرکبات نبود (۲۹).

برنامه‌های تغذیه‌ای مورد استفاده در مدیریت درختان آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات، بسیار متفاوت می‌باشند و عموماً در قالب آزمایش‌های تکراردار در درازمدت مورد ارزیابی قرار نگرفته‌اند. یکی از برنامه‌های تغذیه‌ای که در مدیریت درختان آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات، مورد استفاده قرار گرفت، برنامه موسوم به

بویید^۱ است. فرمول این برنامه در زمان شروع اپیدمی بیماری میوه سبز مرکبات در سال ۲۰۰۵ توسط آقای بویید^۱، تولیدکننده‌ی مرکبات در فلوریدا، ارائه شد و از آن زمان به بعد، این فرمول تغذیه‌ای در تحقیقات بسیاری در مورد بیماری میوه سبز مرکبات مورد استفاده و ارزیابی قرار گرفته است (جدول ۱). درختان تیمار شده مطابق برنامه تغذیه‌ای بویید^۱ به نظر سالم‌تر از درختان تیمار نشده بودند و علی‌رغم آلودگی حتمی درختان به بیماری میوه سبز مرکبات، تولید میوه آنها کافی گزارش گردید (۲۵). در تحقیقی سه ساله برنامه تغذیه‌ای بویید^۱ در آزمایشی در ترکیب با حشره‌کش و در مقایسه با تیمار شاهد، مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج نشان داد که کاربرد عناصر غذایی به همراه سالیسیلیک اسید بر مقدار تراکم عامل ایجاد کننده‌ی بیماری میوه سبز مرکبات و بهبود عملکرد آنها در درختان آلوده تاثیرگذار نبود (۲۸). در مطالعه‌ی دو ساله‌ی دیگر روی درختان آلوده تیمار شده با برنامه تغذیه‌ای (در ترکیب با فسیت یا بدون فسیت) و گیاهان شاهد آلوده، از لحاظ کیفیت میوه، عملکرد میوه و یا تراکم باکتری عامل میوه سبز مرکبات، تفاوتی مشاهده نشد (۱۴). در پژوهشی دیگر در فلوریدا اثر کاربرد برنامه تغذیه‌ای به تنهایی یا در ترکیب با حشره‌کش بر عملکرد، میزان بروز علائم ظاهری بیماری و نیز جمعیت باکتری عامل بیماری میوه سبز مرکبات، در درختان والنسیا (پایه سیترملو) طی سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۰۸ مورد بررسی قرار گرفت (۲۷). در این تحقیق عناصر غذایی مطابق فرمول ارائه شده توسط بویید^۱ به صورت محلول‌پاشی سه بار در سال در زمان‌های جست‌های رشدی بهار، تابستانه و پاییزه (قبل از خشبی شدن)، انجام شد. رخداد بیماری تنها در مدت ۱۸ ماه از شروع آزمایش از ۳۰٪ در سال ۲۰۰۸ به ۹۵٪ افزایش یافت. بنابراین با کاربرد حشره‌کش و یا تغذیه برگی به تنهایی و یا به صورت توأم، شیوع بیماری متوقف و یا حتی کندتر نشده است. اما در همین مطالعه حداکثر عملکرد در همه چهار سال مطالعه در باغ‌های مرکبات که به روش تلفیقی تغذیه+ حشره‌کش مدیریت شده بودند، مشاهده گردید. مطابق توصیه این محققان کنترل با استفاده از حشره‌کش به‌ویژه در ترکیب با تغذیه برگی علی‌رغم اینکه اثری بر جمعیت باکتری در بافت گیاهی ندارد اما می‌تواند منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد باغ‌های مرکبات آلوده به میوه سبز مرکبات شده و عمر باردهی درخت

^۱ Boyd

آلوده را افزایش دهد. ترتیب شدت ظهور علائم ظاهری میوه سبز مرکبات مشاهده شده در درختان آلوده تحت تیمارهای مختلف به صورت زیر بود:

کنترل < حشره کش > تغذیه برگی < حشره کش + تغذیه برگی

بنابراین، مطابق تحقیق بالا کاربرد حشره کش در مراحل ابتدایی شیوع بیماری می‌تواند منجر به کاهش جمعیت پسیل‌ها شده و از این طریق جلوی گسترش بیماری را بگیرد اما در مراحل پیشرفته‌ی این بیماری که جمعیت پسیل‌ها زیاد شده و بخش زیادی از درختان باغ به این بیماری آلوده شده‌اند، کاربرد حشره کش اثر محسوسی بر جلوگیری از گسترش این بیماری نخواهد داشت. همچنین، هرچند تغذیه احتمالا تأثیری بر شدت آلودگی و تراکم جمعیت باکتری عامل بیماری میوه سبز مرکبات در درختان آلوده نخواهد داشت، اما تغذیه اصولی درختان آلوده منجر به حفظ عملکرد و افزایش عمر باردهی اقتصادی درخت آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات می‌گردد. در مطالعه‌ای دیگر در فلوریدا مشاهده شد که مدیریت تلفیقی تغذیه + حشره کش می‌تواند شیب روند نزولی کاهش عملکرد را کندتر کرده و کیفیت میوه را بهبود ببخشد (۲۵). طبق گزارش استنسل و همکاران (۲۷) اثر حشره کش‌ها فقط در طی فازهای اولیه اپیدمی معنی‌دار می‌باشد. به طوری که در گزارش خویش این‌گونه عنوان داشته‌اند که طی دو سال اول بعد از اولین کاربرد تغذیه برگی، تراکم باکتری عامل بیماری میوه سبز مرکبات افزایش داشت. افزایش تراکم باکتری عامل بیماری میوه سبز مرکبات در تیمار تغذیه برگی نسبت به نمونه‌های شاهد (بدون تغذیه برگی) می‌تواند به دلیل جذب بیشتر پسیل‌ها به درختانی باشد که کاربرد برگی عناصر غذایی را داشته اما مدیریت شیمیایی برای کنترل حشرات روی آنها اعمال نشده، مربوط گردد. به هر حال، کاهش تراکم باکتری عامل بیماری میوه سبز مرکبات و کاهش بروز علائم این بیماری در سال‌های بعدی در درختانی که تغذیه تکمیلی شدند، نشان می‌دهد که تغذیه برگی در نهایت می‌تواند پس از سه سال اثر خود را نشان داده و منجر به کاهش تراکم عامل باکتری و علائم بیماری میوه سبز در مرکبات گردد. عدم مشاهده اثر تغذیه برگی به تنهایی در مطالعات دیگر می‌تواند به دلیل کوتاه بودن مدت آزمایش باشد. همچنین، نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار کلسیم، منگنز، روی و بر در برگ، همبستگی منفی با تراکم عامل ایجاد کننده بیماری

میوه سبز در مرکبات داشت. بنابراین کاربرد محلول غذایی [بوید] می‌تواند وضعیت تغذیه‌ای مرکبات را بهبود و تراکم عامل ایجاد کننده بیماری میوه سبز مرکبات را به حداقل برساند. پاستیکا و همکاران (۲۲) گزارش کردند که در گیاهانی که دو بار در سال (در زمان رسیدن میوه و پس از برداشت) به روش برگ‌ی نیز تغذیه شده بودند (با ترکیب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیوم، آهن، منگنز، روی و مس به ترتیب با غلظت‌های ۱/۶۵، ۰/۱۲، ۳/۸۰، ۰/۷۳، ۱/۳۹، ۰/۹۰، ۰/۶۸ و ۰/۴۸ میلی‌گرم بر لیتر)، نسبت به گیاهانی که فقط کود را به صورت خاکی دریافت داشته‌اند شدت بروز علائم بیماری ۳۶ تا ۴۰ درصد کاهش نشان داد که بیان‌گر تاثیر کاربرد برگ‌ی تغذیه بر کاهش معنی‌داری شدت بروز علائم بیماری میوه سبز در مرکبات است.

۱- ترکیب محلول غذایی "بوید" برای تغذیه برگ‌ی درختان آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات

Product	Unit per acre	Impact on microbes or plants	Reference
13-0-44 fertilizer	8.5 lb	N-K fertilizer	Diamond R
Techmangan (Mn sulfate)	8.5 lb	Mn fertilizer	Diamond R
Zinc sulfate	2.8 lb	Zn fertilizer	Diamond R
Epsom salts	8.5 lb	Mg fertilizer	Diamond R
Sodium molybdate	0.85 oz	Mo fertilizer, bactericide	Diamond R
Di-oxy solv organic (hydrogen dioxide)	2 qt	Oxidizer (fungicide/bactericide)	Flo-Tec Inc.
3-18-20 with K-phite (potassium phosphate)	8 gal	Oomycete inhibitor, induced systemic resistance (ISR)	Plant Food Systems
Serenade Max WP (<i>Bacillus subtilis</i>)	2.25 lb	Biological fungicide/bactericide, Systemic acquired resistance (SAR) inducer	AgraQuest, Inc.
SAver (salicylic acid)	1 qt	SAR inducer	Plant Food Systems
435 oil	5 gal	carrier	PetroCanada

Citrus grower Maury Boyd developed a program with multiple applications of various nutrients (as listed above plus Borate and Ca-nitrate), hydrogen dioxide, potassium phosphite, *Bacillus subtilis*, ammonium and potassium salicylate, and 435 spray oil

به طور کلی برنامه‌های تغذیه‌ای مورد استفاده در منابع مختلف بسیار متفاوت است. بر این اساس بررسی منابع انجام شده در فلوریدا غالباً از روش تغذیه برگ‌ی و در چین بیشتر از کاربرد زمینی اصلاح‌کننده‌ها و کودها برای کنترل خسارت ناشی از بیماری میوه سبز مرکبات استفاده می‌گردد. نتایج تحقیقات مختلف نیز بسیار متفاوت و گاهاً متضاد است. به هر حال در یک دوره مشخص، بسته به نوع گونه و رقم مرکبات، سن درخت،

جمعیت پسیل و دیگر فاکتورها، احتمالاً تغذیه متعادل می‌تواند روند بروز شدت علائم ظاهری و سیر نزولی عملکرد در درختان آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات را آهسته‌تر نماید.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف اصلی روش تغذیه‌ای حفظ توان تولید درختان آلوده به بیماری میوه سبز مرکبات به‌عنوان روش جایگزین حذف فوری این درختان به‌ویژه درختانی که بارده هستند و اخیراً علائم آلودگی را نشان داده‌اند، می‌باشد.

✓ روش تغذیه‌ای به همراه عملیات مدیریتی دیگر از جمله آبیاری مناسب و کاربرد حشره‌کش ممکن است از طریق رفع علائم بیماری میوه سبز مرکبات دوام و عمر درخت آلوده را افزایش دهند. اما یک راه‌حل دائمی نیستند. به عبارت دیگر درختان آلوده حتی تحت بهترین شرایط مدیریت تغذیه‌ای سرانجام از بین خواهند رفت.

✓ محلول‌پاشی سه الی چهار بار در سال به دنبال سیکل‌های اصلی جست‌های درختان علاوه بر مبارزه شیمیایی و بیولوژیکی با پسیل‌ها می‌تواند در مدیریت بیماری میوه سبز مرکبات مفید واقع گردد.

✓ باید به این نکته توجه نمود که برنامه تغذیه برگ‌ی یک درمان برای بیماری میوه سبز مرکبات، نیست ولی می‌تواند در زنده ماندن درخت و داشتن یک تولید میوه قابل قبول مؤثر باشد.

✓ به دلیل اینکه عامل انتقال پاتوژن بیماری میوه سبز مرکبات، یک حشره می‌باشد، مدیریت توام تغذیه‌ای و شیمیایی و بیولوژیکی، می‌تواند مؤثرتر از کاربرد عناصر غذایی به تنهایی باشد. لازم به ذکر است که در مراحل و سال‌های اولیه محلول‌پاشی جمعیت پسیل‌ها، به دلیل بهبود وضعیت تغذیه‌ای درخت و ایجاد شرایط مناسب برای تغذیه پسیل از برگ‌ها، حتی افزایش یافته و دامنه آلودگی به این بیماری نیز گسترش می‌یابد.

- ✓ تغذیه برگ‌گی باید همراه با کاربرد خاکی کودهای شیمیایی نیتروژن، پتاسیم و فسفر به مقادیر توصیه شده برای باغ‌های مرکبات و به‌ویژه اصلاح‌کننده‌های خاک باشد. در صورتی که برنامه‌ی کودهی مناسبی بکاربرده نشود، تغذیه برگ‌گی نیز اثرات سودمندی بر بهبود رشد درختان جوان نخواهد داشت.
- ✓ باید این نکته را مدنظر قرار داد که تغذیه برگ‌گی نمی‌تواند کاملاً جایگزین کاربرد زمینی عناصر ماکرو گردد. علاوه بر این، کاربرد برگ‌گی عناصر ماکرو بسیار گران است زیرا برای تأمین نیاز گیاه و نگهداشت عملکرد در حد بالا، چندین مرتبه محلول‌پاشی با عناصر ماکرو مورد نیاز است.
- ✓ در نهایت در مناطق مستعد این بیماری، تا زمان دستیابی به یک راه‌حل جامع برای این بیماری، ضمن درنظر گرفتن واقعیت‌ها و ارزش اقتصادی، حفظ تولید و باروری درختان موجود با تمرکز بر برنامه تغذیه درختان شامل کاربرد برگ‌گی عناصر میکرو و ماکرو (علاوه بر مبارزه شیمیایی و بیولوژیکی)، به علت اثر احتمالی بیماری بر جذب عناصر از طریق ریشه به همراه کاربرد اصلاح‌کننده‌های خاک می‌تواند مفید واقع گردد.

۷- منابع

- 1- Ahmad, Kh., S. Kamaruzaman, H. Habibuddin, et al. 2011. Field assessment of calcium, copper and zinc ions on plant recovery and disease severity following infection of Huanglongbing HLB disease. African Journal of Microbiology Research 528: 4967-4979.
- 2- Alvarez, S., E. Rohrig, D. Solís and M.H. Thomas. 2016. Citrus greening disease huanglongbing in florida: economic impact, management and the potential for biological control. Agricultural Research 1-10.
- 3- Boufard, K. 2006. Greening found in 10 counties. Citrus Industry 87: 5-26.
- 4- Bove, J.M. 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease in citrus. Journal of Plant Pathology 88:7-37
- 5- Coletta-Filho, H.D., M.L.P.N. Targon, M.A. Takita De, et al. First report of the causal agent of huanglongbing in Brazil. Plant Dis; 2004:88e1382Halbert S. E. and K.L. Manjunath. 2004. Asian citrus psyllids Sternorrhyncha: Psyllidae and greening disease in citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. Fla. Entomol.

- 6- Dagulo, L., M.D. Danyluk, T.M. Spann, et al. 2010. Chemical characterization of orange juice from trees infected with citrus greening (huanglongbing). *Journal of Food Science* 75: 199–207
- 7- Da Grac, J.V. and L. Korsten. 2004 Citrus huanglongbing: review, present status and future strategies. In: Naqvi SA ed Diseases of fruits and vegetables. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 229–245
- 8- Dordas, C. 2008. Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 28: 33–46.
- 9- Folimonova, S.Y., C.J. Robertson, S.M. Garnsey, et al, 2009. Examination of the responses of different genotypes of citrus to Huanglongbing citrus greening under different conditions. *Phytopathology* 99: 1346-1354.
- 10- Faghihi, M., M. M. Salehi, A. Bagheri and K. Izadpanah. 2009. First report of citrus huanglongbing disease on orange in Iran. *Plant Pathology* 58: 793.
- 11- Garnier, M. and J.M. Bove. 1983. Transmission of the organism associated with citrus greening disease from sweet orange to periwinkle by dodder. *Phytopathology* 73: 1358-1363
- 12- Gomez-Cardenas, A., J. Mehouchi, F.R. Tadeo, et al. 2000. Hormonal regulation of fruitlet abscission induced by carbohydrate shortage in citrus. *Planta* 210: 636–643
- 13- Gonzalez, P., J. Reyes-De-Corcuera and E.d. Etxeberria. 2012. Characterization of leaf starch from HLB-affected and unaffected-girdled citrus trees. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 79: 71-78.
- 14- Gottwald, T.R., J.H. Graham, M.S. Irey, et al. 2012. Inconsequential effect of nutritional treatments on huanglongbing control, fruit quality, bacterial titer and disease progress. *Crop Protection* 36: 73-82.
- 15- Hall, DG, T.R. Gottwald. 2011 Pest management practices aimed at curtailing citrus huanglongbing disease. *Outlooks on Pest Management* 22: 189–192
- 16- Kim, J. S. U., S. Sagaram, J. K. Burns, et al. 2009. Response of sweet orange *Citrus sinensis* to *Candidatus Liberibacter asiaticus* infection: microscopy and microarray analyses. *Phytopathology* 99: 50–57.
- 17- Knapp, J.L., R.H.S. Lee, M. Hoy, et al. 2004. The Asian citrus psyllid and citrus greening disease. Florida, Agricultural IPM: Fruit citrus Florida. IFAS, University of Florida. www.ipm.ifas.ufl.edu.
- 18- Masuoka, Y., A. Pustika, S. Subandiyah, et al. 2011. Lower concentrations of microelements in leaves of citrus infected with ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’. *Japan Agricultural Research Quarterly* 45: 269–275

- 19- Musetti, R., R. Polizzotto, S. Grisan, et al. 2007. Effects induced by fungal endophytes in *Catharanthus roseus* tissues infected by phytoplasmas. *Bulletin of Insectology* 60: 293–294.
- 20- Nwugo. C.C., H. Lin, Y. Duan and E. L. Civerolo. 2013. The effect of ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ infection on the proteomic profiles and nutritional status of pre-symptomatic and symptomatic grapefruit *Citrus paradisi* plants. *Plant Biology* 2013, 13:59.
- 21- Pereira, F. M. V. and D. M. B. Pereira Milori. 2009. Investigation of the stages of citrus greening disease using micro synchrotron radiation X-ray fluorescence in association with chemometric tools. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 25: 351–355.
- 22- Pustika, B., S. Subandiyah, P. Holford, et al. 2008. Interactions between plant nutrition and symptom expression in mandarin trees infected with the disease huanglongbing. *Australasian Plant Disease Notes* 3: 112–115.
- 23- Razi, M. F., I. A. Khan and M. J. Jaskani. 2011. Citrus plant nutritional profile in relation to Huanglongbing prevalence in Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 48: 299–304.
- 24- Rosales R. and J. K. Burns. 2011. Phytohormone Changes and Carbohydrate Status in Sweet Orange Fruit from Huanglongbing-infected Trees *Journal of Plant Growth Regulation* 30: 312–321
- 25- Shen, W., J. M. Cevallos-Cevallos, U. Nunes, et al. 2013. Relation between plant nutrition, hormones, insecticide applications, bacterial endophytes, and *Candidatus Liberibacter Ct* values in citrus trees infected with Huanglongbing. *European Journal of Plant Pathology* 137: 727–742
- 26- Spreen, T.H., R.E. Barber, M.G. Brown, et al. 2006 An economic assessment of the future prospects for the Florida citrus industry. Food and Resource Economics Department, University of Florida, Gainesville, FL. www.fred.ifas.ufl.edu. Accessed 14 November 2010 Boufard K. Greening found in 10 counties. *Citrus Industry* 87:5-26.
- 27- Stansly, Ph. A., H.A. Arevalo, J. A. Qureshi, et al. 2014. Vector control and foliar nutrition to maintain economic sustainability of bearing citrus in Florida groves affected by huanglongbing. *Pest Management Science* 70: 415–426
- 28- Stansly, Ph., A. Arevalo, H.A. Qureshi, et al. 2011. Vector control and foliar nutrition to maintain economic sustainability of bearing citrus in Florida groves affected by huanglongbing. *Pest Management Science* 70: 415–426.
- 29- Tian, Sh., L. Lu, J. M. Labavitch, et al. 2014. Spatial imaging of Zn and other elements in Huanglongbingaffected grapefruit by synchrotron-based micro X-ray

- fluorescence investigation. Journal of Experimental Botany Journal of Experimental Botany 65: 953-964.
- 30- Xu, M., M. Liang, J. Chen, et al. 2013. Preliminary research on soil conditioner mediated citrus Huanglongbing mitigation in the field in Guangdong, China. European Journal of Plant Pathology 137: 283–293
- 31- Zhang, M.Q., Y. Guo, C.A. Powell, et al. 2016. Zinc treatment increases the titre of ‘Candidatus Liberibacter asiaticus’ in huanglongbing-affected citrus plants while affecting the bacterial microbiomes. Journal of Applied Microbiology doi: 10.1111/jam.13102.



Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Citrus and Subtropical Fruit Research Center

Huanglongbing Disease and the Nutrition Effect over It



By
Tahereh Raiesi
Morteza Golmohammadi

August 2016