فسفیت و کاربردهای آن در کشاورزی

بخش تحقیق و توسعه شرکت رسام اگری

چکیده

در اوایل دهه ۱۹۳۰ به این نتیجه رسیدند که فسفیت نمی تواند به عنوان منبع فسفر توسط گیاهان استفاده شود. پس از ۴۰ سال، فسفیت به عنوان یک قارچ کش کارآمد در برابر اوومیست ها به بازار بازگشت. فسفیت ها نمک هایی هستند که از اسید فسفر به دست می آیند. این ترکیبات توانایی محافظت از گیاهان را در برابر عوامل بیماری زا ی مختلف دارند. افزایش غلظت فسفیت در سرتا سر گیاه پس از محلول پاشی یا ریشه، نشان می دهد که فسفیت به راحتی در آوند چوبی و آبکش منتقل می شود. فسفیت که عموما به عنوان قارچ کش و محرک زیستی در کشاورزی فعلی استفاده می شود، معمولا به صورت مایع فرموله می شود که تحرک آن را در خاک و بافت گیاهی افزایش می دهد. در این مقاله به ویژگی های شیمیایی فسفیت، متابولیسم فسفیت در گیاهان، جذب ، انتقال و تقسیم فسفیت در سلول های گیاهی و کاربردهای فسفیت به عنوان آفت کش، قارچ کش، اثرات تحریک زیستی فسفیت بر گیاهان و فسفات در مقابل فسفیت پرداخته شده است.

مقدمه :

فسفیت شکل احیا شده‌ای از فسفات است، که در آن یک اتم اکسیژن با هیدروژن جایگزین شده و این جایگزینی، بر عملکرد آن در موجودات زنده تاثیر قابل توجهی دارد. فسفیت به راحتی از طریق ناقل های فسفات به سلول های گیاهی وارد می شود. با این حال، گیاهان توانایی استفاده از فسفیت را به عنوان منبع فسفر ندارند و این ویژگی باعث ایجاد محدودیت در استفاده از این ماده به عنوان کود شده است و لیکن فسفیت به عنوان قارچ کش و محرک زیستی در کشاورزی کاربرد داشته است. برخی باکتری ها قابلیت اکسیداسیون فسفیت به فسفات جهت انجام عملکردهای مختلف سلولی را دارا هستند. در دهه گذشته ساز و کار مولکولی این اکسیداسیون روشن شده است که توسط آنزیم فسفیت اکسیدوردوکتاز یا فسفیت دهیدروژناز انجام می شود. فسفیت در مقادیر بسیار زیاد در صنایع شیمیایی گوناگون به عنوان یک محصول جانبی یا پسماند تولید می شود که بازیافت نمی شود.

ویژگی های شیمیایی فسفیت :

جایگزینی یک اتم اکسیژن با هیدروژن در فسفات تاثیر قابل توجهی، در ویژگی های شیمیایی آن می گذارد. در فسفات، اتم فسفر در مرکز یک چهار وجهی منظم و اتم های اکسیژن در راس های آن قرار می گیرند. ساختار فسفات کاملا متقارن است زیرا توزیع بار حتی در یون نیز وجود دارد. در فسفیت نیز اتم فسفر در مرکز چهارضلعی قرار گرفته است، اما تقارن کامل از بین رفته است در نتیجه فعالیت زیستی آن نیز تغییر می کند. به نظر می رسد که در طی واکنش های بیوشیمیایی_ آنزیمی در موجودات زنده، جایگاه های اتصال ۳ اتم اکسیژن از ۴ اتم را تشخیص می دهند و اکسیژن چهارم که از سطح مولکول فسفات بیرون زده برای شرکت در واکنش های آنزیمی در دسترس است(۱). از این رو فسفیت نمی تواند در واکنش های بیوشیمیایی مشابه مانند فسفات شرکت کند زیرا فاقد اتم اکسیژن چهارم در فسفات است بنابراین بسیاری از آنزیم های درگیر در واکنش های انتقال فسفریل به راحتی می توانند بین فسفیت و فسفات تمایز قائل شوند. از نظر ساختاری فسفیت یک آنالوگ فسفات است و به طور کلی همه نمک های فسفیت محلول تر از نمک های آنالوگ فسفات هستند در نتیجه، فسفیت به راحتی توسط برگ ها و ریشه های گیاه از طریق ناقل های با میل ترکیبی زیاد و کم فسفات جذب شده و از طریق آوندها به سایر بافت ها واندام های گیاه منتقل می شود(۲).

متابولیسم فسفیت در گیاهان :

به دلیل تفاوت ساختاری فسفات و فسفیت، توزیع بار در هر مولکول متفاوت است. بنابراین اتصال فسفات و فسفیت به مولکول های متقابل آن ها نه تنها از نظر شکل بلکه در توزیع بار ساختار نیز تاثیر می گذارد. در نتیجه، بیشتر آنزیم های درگیر با واکنش های انتقال فسفریل به راحتی فسفیت را از یون های فسفات متمایز می کنند(۳). با این وجود برخی از پروتئین ها، از جمله ناقل های غشایی فسفات و پروتئین های درگیر در سنجش فسفات، ممکن است توانایی تشخیص فسفیت و فسفات را از یکدیگر نداشته باشند و فسفیت می تواند پاسخ های گیاه به کمبود فسفات را مختل کند(۴). افزایش رشد ریشه و همچنین نسبت ریشه به ساقه، که از پاسخ های گیاهان به تنش فسفات است، به شدت توسط فسفیت مهار می شود. در سطح مولکولی بیان ژن های ناشی از کمبود فسفات، از جمله ناقل های فسفات با میل ترکیبی بالا و فسفاتازها توسط فسفیت سرکوب می شوند. از آنجا که گیاهان فاقد ساز وکارهای بیوشیمیایی جهت متابولیزه کردن فسفیت هستند، این یون معمولا در بافت های گیاهی تجمع پیدا کرده و اثرات سیستمیکی در آن نشان می دهد(۵). اگر مقدار فسفیت به کار رفته و وضعیت فسفات گیاه مناسب باشد، فسفیت ممکن است اثرات مفیدی به عنوان یک محرک زیستی داشته باشد و سازکارهای دفاعی را در برابر تعدادی از عوامل بیماری زا، از جمله قارچ ها و اوومیست ها القا کند. با این حال، اگر فسفیت در غلظت های بالا استفاده شود و گیاه در شرایط کمبود فسفات باشد، فسفیت ممکن است تجمع یافته و اثرات نا مطلوبی نشان دهد. از اثرات منفی ناشی از استفاده نامناسب از فسفیت می توان به مهار ژن های درگیر در پاسخ به کمبود فسفات اشاره نمود(۶). درکل، فسفیت با مهار جذب فسفات بصورت رقابتی، هموستازی فسفر در گیاه را تغییر می دهد. از سوی دیگر، فسفات به طور قابل توجهی از جذب فسفیت جلوگیری می کند. هنگامی که فسفیت توسط گیاه جذب می شود، اساسا در بافت های ذخیره ای تجمع می یابد(۷). بنابراین فسفیت باعث ایجاد hormesis می شود، که پاسخی دو گانه به غلظت های متفاوت مورد استفاده از یک ماده است، یعنی فسفیت با مقدار کم اثرات محرک و مفید و با مقدار بالا اثرات سمی و بازدارنده دارد. بنابراین، کاربرد ترکیبات حاوی فسفیت باید دقیقا تنظیم شود(۸). پاشش فسفیت بر روی شاخ و برگ به اندازه تزریق آن دوام ندارد. به عنوان مثال اثر پاشش فسفیت بر روی شاخ و برگ ممکن است چند هفته طول بکشد، در حالیکه تزریق آن در ساقه ممکن است حداقل ۴ سال در گیاه باقی بماند(۹).

جـذب، انتقـال و تقسـیم فسـفیت در سلول های گیاهی :

فسفیت که عموما به عنوان قارچ کش و محرک زیستی در کشاورزی فعلی استفاده می شود معمولا به صورت مایع فرموله می شود که تحرک آن را در خاک و بافت گیاهی افزایش می دهد. فسفیت به راحتی جذب می شود و از طریق آوند چوبی و آبکش به تمام نواحی گیاه منتقل می شود. فسفیت و ترکیبات مربوط به آن در حالت های مختلف از جمله کوددهی، محلول پاشی، اسپری تنه، تزریق تنه، درون شیار و خاک شویی روی گیاه و قسمت هایی از گیاه اعمال شده است. تحقیقات نشان داد که فسفیت جذب فسفات را در سلول های BY-2تنباکو به شیوه ای رقابتی مهار می کند. در گونه های قارچی phytophthora نیز، فسفات و فسفیت برای رقابت برای مکان های اتصال ناقل های فسفات روی گونه های phytophthora نشان داد که آنیون های فسفات و فسفیت برای رقابت برای مکان های اتصال سیستم حمل و نقل فسفات با هم رقابت می کنند(۱۰).

فسفیت به عنوان آفت کش

تحقیقات نشان داده است که فسفیت می تواند به عنوان یک آفت کش کارآمد در برابر فیتوپاتوژن های مختلف از جمله نماتدها، قارچ ها، اوومیست ها و باکتری ها عمل کند(۱۲ و ۱۱). فسفیت طیف گسترده ای از مقاوت را در برابر عوامل بیماری زا تحریک نموده، شدت علائم بیماری را در گیاهان کاهش داده و به عنوان یک مولکول آغازگر پاسخ های دفاعی گیاه نقش مهمی دارد. فسفیت می تواند موجب پاسخ های دفاعی سریع تر و قوی تر در گیاهان در برابر تعدادی از قارچ ها و اوومیست ها از جمله جنس Phytophthora، Fusarium و Rhizoctonia شود (۱۴ و ۱۳). نمک های فسفیت با کارایی بالا مانع از رشد قارچ های بیماری زا بر روی برگ و غده های بذر سیب زمینی شده اند. در یک پژوهش که اثر بازدارنده نمک های مختلف فسفیت روی چهارگونه عامل بیماری زای قارچی از خانواده های متفاوت و دور از هم شامل Phytophthora infestans ، Rhizoctonia solani و Fusarium solani ، Streptomyces scabie بررسی شد، نشان دادند که نمک فسفیت مس بالاترین فعالیت ضد قارچی و مهارکنندگی را دارد(۱۵). همچنین تزریق فسفیت در کنترل بیماری آتشک ناشی از Erwinia amylovora در درختان سیب موثر است. در خیار، فسفیت به طور موثری مرگ ناشی از Pythium را مهار کرده و کنترل بیماری با افزایش غلظت فسفیت افزایش می یابد(۴). در انگور، فسفیت، Plasmopara viticola را به خوبی کنترل کرده، اما در برابر Oidium tuckeri و Pseudopezicula tracheiphila بی اثر است(۱۶). فسفیت به عنوان یک قارچ کش عالی برای کنترل بسیاری از عوامل بیماری زای گیاهی شناخته شده و محصولات مختلف حاوی فسفیت با نام های گوناگون تجاری در بازارهای جهانی عرضه شده اند.

فسفیت یک قارچ کش عالی :

ترکیبات فسفیت برای کنترل بیماری های قارچی کشنده کشاورزی، به ویژه آن هایی که متعلق به اوومیست‌ها (phytophthora spp., Pythium spp.) و پاتوژن سفیدک کرکی هستند بسیار موثر است که بر محصولات زراعی و غیر زراعی مختلف تاثیر می گذارد (۱۷،۱۸،۱۹،۲۰). علاوه بر این، همچنین توانست venturia inaequalis را که باعث ایجاد دلمه سیب و بیماری باکتریایی Erwinia amylovara می شود، کنترل کند.

محلول پاشی فسفیت شدت بیماری بلایت دیررس را در غده های سیب زمینی کاهش داد (۲۱). همچنین مشاهده شد که تیمار فسفیت باعث سرکوب بیماری در نهال های خیار می شود. محلول پاشی نمک های فسفیت به طور موثری بیماری سفیدک کرکی را در ذرت peronosclerospora sorghi و انگور plasmopara viticola سرکوب می کند.

محلول پاشی KH_2PO_3 بروز علائم کپک زدگی

رسام اگری، ترسیم آینده کشاورزی
رسام اگری
www.rasamagri.com
TEL: 03134541845

هسته را در سیب کاهش داد(۲۲). فسفیت همچنین در برابر بیماری کم پشتیphytophthora cinnamomic در گونه های گیاهی بومی استرالیا موثر است(۲۳).

پوسیدگی قهوه ایphytophthora citrophthora در گونه ای از گیاهان مرکبات نیز به طور نیز به طور موثر با کمک فسفیت درمان می شوند(۲۴). مکانیسم های متعددی برای حمایت از مهار رشد قارچ توسط فسفیت فرض شده است. محققان پیشنهاد کردند که سمیت فسفیت بر روی قارچ ها به دلیل افزایش سطح پلی فسفات معدنی است که به مهار واکنش های کلیدی فسفوریلاسیون در قارچ ها معروف است(۲۵). همچنین مشخص شده است که فسفیت بر روی آدنیلات سنتاز اثر می گذارد(۲۶). دانشمندان پیشنهاد کردند که فسفیت واسطه فعال شدن پاسخ دفاعی گیاه در برابر بسیاری از پاتوژن های قارچی است(۲۷). فسفیت به عنوان یک قارچ کش عالی برای کنترل بسیاری از پاتوژن های گیاهی بیماری زا شناخته شده است.

اثرات تحریکی زیستی فسفیت بر گیاهان :

نقش فسفیت و ترکیبات مرتبط با آن در کشاورزی در کنترل بیماری و اثرات محرک زیستی آنها هنوز موضوع بحث است زیرا اثرات آن به خوبی شناخته نشده است. مطالعات نشان دادند که فسفیت، کیفیت میوه و مکانیسم های دفاعی گیاه را در ارقام توت فرنگی بهبود می بخشد(۲۸). محلول پاشی فسفیت باعث صفات مهم زراعی از جمله اندازه میوه، عملکرد، آنتوسیانین، شدت گل و مواد جامد محلول در مرکبات و آووکادو شد.

فسفات در مقابل فسفیت :

فسفات شکل کاهش یافته فسفیت است که در آن یک اتم اکسیژن با هیدروژن جایگزین می شود. این جایگزینی بر رفتار این ترکیب در موجودات زنده تاثیر می گذارد. در فسفات، اتم P در یک مرکز چهاروجهی وجود دارد و اتم های اکسیژن در نقاط توزیع شده اند. ساختار فسفات به دلیل توزیع بار یکنواخت روی یون کاملا متقارن است. در فسفیت اتم P نیز در مرکز چهاروجهی مرتب شده است، اما تقارن کامل از بین می رود، که تا حد قابل توجهی فعالیت بیولوژیکی آن را تغییر می دهد. به نظر می رسد که در طی واکنش های بیوشیمیایی آنزیمی در موجودات زنده، محل های اتصال فسفات سه اتم از چهار اتم اکسیژن را شناسایی می کنند و اکسیژن باقی مانده که از سطح مولکول فسفات بیرون زده تا برای شرکت در واکنش های آنزیمی در دسترس قرار گیرد(۱). از این رو فسفیت نمی تواند در واکنش بیوشیمیایی مشابه فسفات شرکت کند زیرا اتم هیدروژن آن به جای اتم اکسیژن در فسفات از سطح آنزیم بیرون زده است. بنابراین بیشتر آنزیم های دخیل در واکنش های انتقال فسفوریل می توانند به راحتی بین فسفیت و فسفات تفاوت قائل شوند. پیشنهاد شده است که فسفیت در مدولاسیون مسیر انتقال سیگنال به کار گرفته شده توسط سلول در واکنش به سطوح داخلی فسفات ایفای نقش می کند(۲۲). به طور کلی فسفیت، به عنوان یک ترکیب فیتوتوکسیک شناخته می شود که باعث مهار رشد در دوز بالا می شود. به عنوان مثال، رشد ریشه و اندام هوایی به دنبال استفاده از فسفیت به میزان ۲۴ کیلوگرم در هکتار کاهش یافته است(۲۳).

رشد ریشه پیازAllium cepa و Brassica nigra به شدت با استفاده از فسفیت محدود شد(۶). مشخص شد که نسبت های فسفیت تنها زمانی که گیاهان به شدت گرسنه بودند بر رشد گیاهان تاثیر منفی می گذارند. علاوه بر این کاربرد ریشه و محلول پاشی فسفیت به شدت از رشد ریشه در اسفناج جلوگیری کرد. درمان فسفیت همچنین منجر به سرکوب ترشح اسید فسفاتازهای اسیدی ناشی از گرسنگی فسفات در تشکیل ریشه مویی، تجمع آنتوسیانین و کاهش ناقل های فسفات با میل ترکیبی بالا در آرابیدوپسیس شد(۶). مشخص شده است که فسفیت منبع ضعیفی از فسفر تغذیه ای است، زیرا تبدیل فسفیت به فسفات توسط میکروارگانیسم های خاک برای کشاورزی بسیار کند است(۲۷).

نتیجه گیری :

محصولات حاوی فسفیت به دلیل ارزش ضد قارچی و تغذیه ای به بازار عرضه می شوند. شواهد قابل توجهی از خواص ضدقارچی فسفیت بر روی طیف گسترده ای از گیاهان مستند شده است. فسفیت به آسانی توسط برگ و یا ریشه گیاه جذب می شود و از طریق آوند چوبی و آبکش به تمام نواحی گیاه منتقل می شود. اما نمی توان از آن به طور مستقیم به عنوان منبع غذایی استفاده کرد و بنابراین نمی تواند به هیچ وجه مکمل یا جایگزین کود فسفات باشد. نشان داده شد که ترکیبات فسفیت خواص ضدقارچی به ویژه با قارچ اوومیست نشان می دهد. فسفیت طیف گسترده ای از مقاومت را در برابر عوامل بیماری زا تحریک نموده، شدت علایم بیماری را در گیاهان کاهش داده و به عنوان یک مولکول آغازگر پاسخ های دفاعی گیاه نقش مهمی دارد. از مزایای استفاده از فسفیت می توان به لقاح، محرک زیستی، کاهش تخلیه فسفر، مدیریت پاتوژن، مدیریت علف های هرز، کاهش تکامل علف های هرز متحمل، کاهش اوتروفیکاسیون، کاهش آلودگی فسفر اشاره کرد. همچنین فسفیت نقش بسزایی به عنوان، آفت کش و قارچ کش در گیاهان دارد.

رفرنس ها :

1.McDonald, A.E., Grant, B.R. and Plaxton, W.C. (2001a) Phosphite (phosphorous acid): its relevance in the environment and agriculture, and influence on the plant phosphate starvation response. J. Plant Nutr. 24:1505-1519.

2.Gómez-Merino FC, Trejo-Téllez LI, Alarcón A (2015) Plant and microbe genomics and beyond: potential for developing a novel molecular plant nutrition approach. Acta Physiol Plant. 37:208.

3.Plaxton WC, Tran HT (2011) Metabolic adaptations of phosphate-starved plants. Plant Physiol. 156:1006-101

۴. فتحی ز. زمانی ک. ملبوبی م. فسفیت، بیوتکنولوژی و کشاورزی نوین. مجله علمی پژوهشی زیست فناوری گیاهان زراعی، ۴۲ اسفند ماه ۹۹۳۱ ،تهران ۹۹۳۱

5.Ouimette DG, Coffey MD (1990) Symplastic entry and phloem translocation of phosphonate. Pestic Biochem Physiol. 38:18-25

6.Ticconi CA, Delatorre CA, Abel S (2001) Attenuation of phosphate starvation responses by phosphite in Arabidopsis. Plant Physiol. 127:963- 972.

7.Nartvaranant P, Hamill S, Leonardi J, Whiley AW, Subhadrabandhu S (2004) Seasonal effects of foliar application of phosphonate on phosphonate translocation: in vitro pollen viability and pollen germination in 'Hass' avocado (Persea americana mill.). J Hortic Sci Biotech. 79:91-96.

8.Gómez-Merino FC, Trejo-Téllez LI, Alarcón A (2015) Plant and microbe genomics and beyond: potential for developing a novel molecular plant nutrition approach. Acta Physiol Plant. 37:208.

9. Shearer BL, Fairman RG (2007) A stem injection of phosphite protects Banksia species and Eucalyptus marginata from Phytophthora cinnamomi for at least four years. Australasian Plant Pathol. 36:78–86

10.Danova-Alt, R., Dijkema, C., De Waard, P. and K€ock, M. (2008) Transport and compartmentation of phosphite in higher plant cells: kinetic and 31P nuclear magnetic resonance studies. Plant Cell Environ. 31, 1510–1521.

11.Chase AR (1993) Efficiency of fosetyl-Al for control of some bacterial diseases on ornamentals. Plant Dis. 77:771-77.

12.Smillie RH, Grant BR, Guest D (1989) The mode of action of phosphite. Evidence for both direct and indirect modes of action on three Phytophthora spp. in plants. Phytopathology. 79(9): 921-926.

13.Pilbeam RA, Colquhoun IJ, Shearer BL, Hardy GESJ (2000) Phosphiteconcentration: its effect on phytotoxicity symptoms and colonisation by Phytophthora cinnamomi in three understorey species of Eucalyptus marginata forest. Australas Plant Pathol. 29:86-95.

14.Machinandiarena MF, Lobato MC, Feldman ML, Daleo GR, Andreu AB (2012) Potassium phosphite primes defense responses in potato against Phytophthora infestans. J Plant Physiol. 169:1417-1424.

15.Lobato MC, Machinandiarena MF, Tambascio C, Dosio GAA, Caldiz DO, Daleo GR et al (2011) Effect of foliar applications of phosphite on post-harvest potato tubers. Eur J Plant Pathol. 130:155-163.

16.Speiser B, Berner A, Haseli A, Tamm L (2000) Control of downy mildew of grapevine with potassium phosphonate: effectivity and phosphonate residues in wine. Biol. Agric Hortic. 17:305-312.

17.Cook, P.J., Landschoot, P.J. and Schlossberg, M.J. (2009) Inhibition of Pythium spp. and suppression of Pythium blight of turfgrasses with phosphonate fungicides. Plant Dis. 93, 809–814.

18.Fenn, M.E. and Coffey, M.D. (1984) Antifungal activity of Fosetyl-Al and phosphorous acid. Phytopathology, 74, 606–611.

19.Forster, H., Adaskaveg, J.E., Kim, D.H. and Stanghellini, M.E. (1998) Effect of phosphite on tomato and pepper plants and on susceptibility of peppers to Phytophthora root and-crown rot inhydroponic culture. PlantDis.82, 1165–1170.

20.Grant, B.R., Grant, J. and Harris, J. (1992) Inhibition of growth of phytophthora infestans by phosphate and phosphonate in defined media. Exp. Mycol. 16, 240–244.

21.Cooke, L.R., Little, G. (1996) Foliar application of phosphonate formulations for the control of potato tuber blight. Brighton Crop Protection Conference: Pests and Diseases, vol. 1. Proceedings of an International Conference, November 18–21, 1996, Brighton, UK, pp. 263–268.

22.Abbasi, P.A. and Lazarovits, G. (2005) Effects of AG3 phosphonate formulations on incidence and severity of Pythium damping-off of cucumber seedlings under growth room, micro-plot, and field conditions. Can. J. Plant Pathol. 27, 420–429.

23.Barrett, S.R., Shearer, B.L. and Hardy, G.E.S.J. (2003) The efficacy of phosphite applied after inoculation on the colonisation of Banksia brownii stems by Phytophthora cinnamomi. Australas. Plant. Pathol. 32, 1–7.

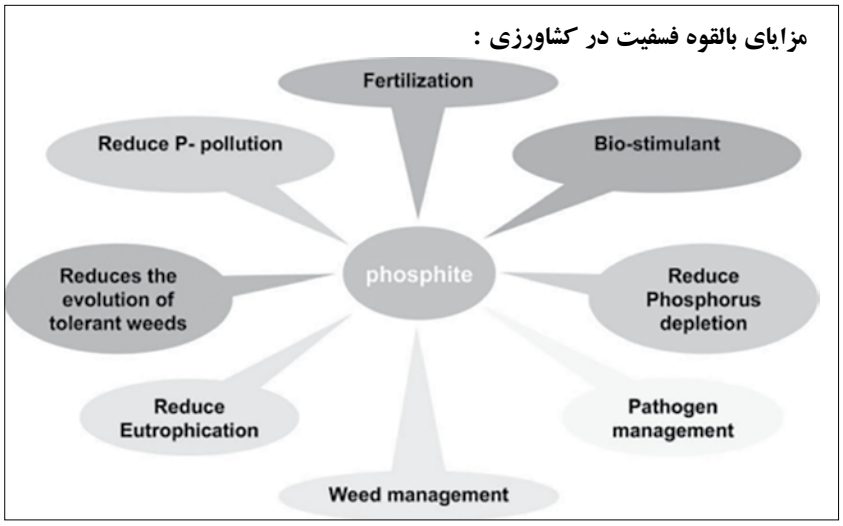
24.Oren, Y. and Yogev, E. (2002) Acquired resistance to Phytophthora root rot and brown rot in citrus seedlings induced by potassium phosphite. Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz. 109, 279–285.

25.Niere, J.O., DeAngelis, G. and Grant, B.R. (1994) The effect of phosphonate on the acid-soluble phosphorus components in the genus Phytophthora. Microbiology, 140, 1661–1670.

26.Griffith, J.M., Smillie, R.H. and Grant, B.R. (1990) Alterations in nucleotide and pyrophosphate levels in Phytophthora palmivora following exposure to the antifungal agent potassium phosphonate (phosphite). J. Gen. Microbiol. 136, 1285–1291.

27.Guest, D. and Grant, B.R. (1991) The complex action of phosphonates as antifungal agents. Biol. Rev. 66, 159–187.

28.Estrada-Ortiz, E., Trejo-T_ellez, L.I., G_omez-Merino, F.C., N_u~nez-Escobar, R. and Sandoval-Villa, M. (2011) Respuestas bioqu_emicas en fresa al suministro de f_osforo en forma de fosfito. Rev. Chapingo Ser. Hortic. 17, 129–138.



www.rasamagri.com
TEL: 03134541845
رسام اگری
رسام اگری، ترسیم آینده کشاورزی