افزایش عملکرد، افزایش تحمل به تنش های محیطی و بهبود رشد گیاهان پس از تنش با استفاده از ROOTAGE®

بخش تحقیق و توسعه شرکت فرتاک تجارت افرا

گیاهان در طول چرخه زندگی خود، از مرحله جوانه زنی بذر تا زمان رسیدن، دائماً با تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی روبرو می‌شوند. تنش های زیستی عبارتند از حشرات، باکتری ها، قارچ ها، علف های هرز و برخی از نماتدها و تنش های غیر زیستی عبارتند از تنش آبی (خشکی و ماندابی خاک)، تنش شوری (تجمع نمک ها و برخی ترکیبات شیمیایی در خاک مانند سدیم، آهک و گچ)، تنش دمایی (گرما، سرما و یخبندان)، تنش نوری (تابش غیر بهینه) و فقر حاصلخیزی خاک (پایین بودن قابلیت استفاده از عناصر غذایی و یا سمیت آنها، اسیدیته نامناسب و عدم تعادل عناصر غذایی خاک). این تنش‌ها با ایجاد اثرات منفی بر رشد و نمو گیاهان زراعی و باغی، می‌توانند به طور قابل توجهی عملکرد، کیفیت و ارزش غذایی محصولات را کاهش دهند.

مصرف محرک های رشد یک رویکرد نوین و بالقوه برای کاهش اثرات تنش ها و ارتقای رشد و افزایش عملکرد در گیاهان زراعی و باغی است (میرزا پور و همکاران، ۱۴۰۲). محرک های رشد به فرآورده های به دست آمده از مواد آلی یا معدنی و یا ریزجاندارانی اطلاق می شود که با هدف افزایش جذب آب و عناصر غذایی و مقاومت گیاهان در برابر تنش های غیر زیستی و افزایش کمیت و کیفیت محصول، به صورت خاک مصرف و یا محلول پاشی روی گیاهان در کشت گیاهان زراعی و باغی استفاده می شوند (دوجاردین و همکاران، ۲۰۱۵).

دسته بندی های متعددی از محرک های رشد گیاهی توسط محققان مختلف با محوریت جزء اصلی یا نحوه عملکرد، ارائه شده اما کاربردی ترین روش طبقه بندی محرک های رشد گیاهی، دسته بندی آنها بر اساس منشا تولید و مواد تشکیل دهنده آن هاست. بر این اساس محرک های رشد عبارتند از مواد هیومیکی، اسیدهای آمینه، عصاره جلبک دریایی، مایه تلقیح میکروبی، مواد معدنی حاوی عناصر مفید، نمک های غیرآلی مانند فسفیت، مواد ضد تعرق، ویتامین ها، کیتین، کیتوزان و پلی ساکاریدها یا الیگو ساکاریدها (بولغاری و همکاران، ۲۰۱۹).

مواد محرک رشد با مکانیسم های متعددی سبب افزایش رشد، عملکرد محصول و مقاومت گیاهان در برابر تنش های غیر زیستی می شوند که این مکانیسم ها عبارت است از تسهیل جذب، انتقال و استفاده از عناصر غذایی، افزایش کارایی مصرف آب، بهبود خصوصیات فیزیکی – شیمیایی خاک و رشد ریزجانداران خاک. معمولاً مواد محرک رشد همراه با کودهای رایج به گیاهان داده می شوند تا کارایی مصرف کودها را افزایش دهند اما بایستی به خاطر داشت که محرک های رشدی کود نیستند (غفاری نژاد و همکاران، ۱۳۹۹).

بسیاری از ترکیبات فعال موجود در مواد محرک رشد در غلظت های بسیار کم وجود دارند و گاهی مقدار آنها کمتر از حد تشخیص با روش های اندازه گیری فعلی می باشد اما اثرات بیولوژیک بسیار زیادی دارند. علاوه بر این، پیچیدگی عصاره ها و دامنه وسیع مولکول های موجود در این مواد، تشخیص ترکیبات قوی در آنها را مشکل می سازد به گونه ای که جداسازی و مطالعه یک ترکیب خاص موجود در ماده محرک رشد، سبب رسیدن به جواب های نامطمئن می شود؛ زیرا اثر مشاهده شده بر روی گیاه ممکن است به دلیل وجود ترکیبات مختلف و اثرات هم افزایی آنها با هم باشد. به هر صورت مطالعه بر روی مکانیسم های عمل مواد محرک رشد ادامه دارد چرا که درک بهتر مکانیسم تاثیر این مواد باعث بهینه کردن استفاده از این ترکیبات در مدیریت پایدار کشاورزی خواهد شد (غفاری نژاد و همکاران، ۱۳۹۹).

مواد هیومیکی: مواد هیومیکی شامل بقایای تجزیه شده گیاهی، حیوانی و ریزجانداران و فعالیت زیستی آنها در خاک است که بسته به نوع بقایا و شرایط محیطی تشکیل آنها، دارای ساختمان شیمیایی گوناگونی هستند (دوجاردین و همکاران، ۲۰۱۵). در واقع تجزیه زیستی مواد آلی به تولید مخلوطی از اسیدهای حاوی گروه های فنولیک و کربوکسیل یا همان اسید هیومیک و اسید فولویک منجر می شود. اسید هیومیک دارای وزن مولکولی بیشتر و حاوی اکسیژن کمتری نسبت به اسید فولویک است. مواد هیومیکی به عنوان محرک زیستی و دارای اثر شبه هورمونی با خاصیت بهبود توسعه سیستم ریشه باعث افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاهان می شود (ناردی و همکاران، ۲۰۱۶) همچنین با توجه به ویژگی های پلی آنیونی آن (دارای چندین نقطه با بار منفی)، باعث افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و کلاته کردن یون های فلزی می شود، به این ترتیب مواد هیومیکی نقش بسیار مهمی در دسترسی گیاهان به عناصر غذایی و تغذیه گیاه دارند (میرزا پور و همکاران، ۱۴۰۲). بوکانگرا و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند اسید فولویک باعث کمپلکس شدن آهن در خاک به شکل محلول و قابل جذب برای گیاه می شود. همچنین مواد هیومیکی فعالیت آنزیم H^+_ATPase غشای پلاسمایی را تحریک می کند که این امر به سستی دیواره سلولی، توسعه سلول و رشد بافت گیاهی (به ویژه ریشه ها) می انجامد (جیندو و همکاران، ۲۰۱۲). مواد هیومیکی تولید اکسین و اسید جیبرلیک را نیز در گیاهان تحریک می کنند (آرمو و همکاران، ۲۰۱۵).

مواد هیومیکی در توان مقابله گیاهان با تنش های غیر زیستی موثرند (میرزا پور و همکاران، ۱۴۰۲). به گزارش محمد (۲۰۱۲) کاهش هدایت الکتریکی خاک، کاهش تجمع سدیم، افزایش تولید پرولین و اسید آبسزیک در گیاه از جمله مکانیسم هایی است که سبب مقاومت به شوری گیاه در اثر کاربرد اسید هیومیک می شود. اثر اسید هیومیک بر افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش خشکی نیز در گزارشات متعددی ثبت شده است (گارسیا و همکاران، ۲۰۱۲؛ غفاری نژاد و همکاران، ۱۳۹۹).

اسید فولویک به دو طریق گیاه را در برابر تنش های غیر زیستی به خصوص تنش های اسمزی مقاوم می سازد. اسید فولویک با بیان ژن های انتقال دهنده مواد موجب تسریع جذب مواد غذایی و افزایش غلظت شیره سلولی می شود و از طرفی جذب فولویک در سیتوپلاسم موجب ایجاد فشار اسمزی لازم جهت مقابله با تنش های اسمزی از جمله شوری، خشکی و یخبندان می شود (غیبی ۱۳۹۷).

خودان (۱۹۸۶) گزارش کرد محلول پاشی گیاه گندم با اسید فولویک قبل از مواجهه با تنش خشکی، سبب شد عملکرد گیاهان مواجهه شده با تنش خشکی تنها ۳ درصد نسبت به گیاهان بدون تنش افت کند. علاوه بر این ها، تاثیر مصرف اسید فولویک بر کاهش اثرات مضر مقادیر زیاد سرب، آلومینیوم و سلنیوم در گیاه گندم و ذرت توسط پنگ و همکاران (۲۰۰۱) گزارش شده است زیرا کمپلکس ایجاد شده از طریق فولویک اسید با این عناصر، به وسیله ریشه گیاه قابل جذب نمی باشد و یا قابلیت جذب آنها به شدت کاهش می یابد.

جعفرنژادی و همکاران (۱۴۰۲) گزارش کردند در مزارع گندم خوزستان با خاک های شور و آهکی، محلول پاشی مواد هیومیکی در دو مرحله تکمیل پنجه و ظهور سنبله سبب افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری و بهبود عملکرد محصول می شود.

اسیدهای آمینه و ترکیبات پپتیدی: اسیدهای آمینه و ترکیبات پپتیدی از هیدرولیز آنزیمی و شیمیایی مواد پروتئینی، پسماندهای مواد کشاورزی - صنعتی از منابع گیاهی (بقایای محصولات) و بقایای حیوانی، تولید می شوند (هالپرن و همکاران، ۲۰۱۵).

ناردی و همکاران (۲۰۱۶) با نشان دار کردن اسیدهای آمینه گزارش کردند ریشه گیاهان قادر به جذب اسیدهای آمینه و پپتیدها هستند و از طریق برگ ها نیز اسیدهای آمینه امکان جذب دارند. بنابراین اسیدهای آمینه را هم به صورت خاک مصرف و هم به صورت محلول پاشی روی گیاه می توان استفاده نمود.

اسیدهای آمینه پیش ساز بسیاری از زیست مولکول های اختصاصی از جمله هورمون ها، کوآنزیم ها، نوکلوتیدها و پلیمرهای دیواره سلولی هستند و در فعالیت فتوسنتزی نقش قابل توجهی دارند (عبدالقادوس، ۲۰۰۹)، لذا به عنوان تحریک کننده رشد گیاه، نقش مهمی در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی دارند (لیو و همکاران، ۲۰۰۸). از اثرات مثبت دیگر اسیدهای آمینه بر عملکرد گیاه میتوان به نقش آنها در افزایش نسخه برداری mRNA ، فعالسازی فرآیند ساخت کربوهیدرات ها، ساخت زیستی کلروفیل و افزایش مقدار پروتئین گیاه اشاره کرد (خلیل و همکاران، ۲۰۰۸).

در شرایط تنشهای محیطی، غلظت اسیدهای آمینه در گیاه افزایش می یابد که این اسیدهای آمینه می توانند به عنوان عامل اُسمولیت عمل کرده و در تنظیم انتقال یون، باز شدن روزنه ها، حفظ پروتئین ها، استحکام غشاء سلولی، فعالیت برخی آنزیم ها و سمیت زدایی فلزات سنگین نقش به سزایی ایفا کنند (پاشالیدیس و روبلاکیس-آنجلاکیس، ۲۰۰۵).

اسیدهای آمینه و ترکیبات پپتیدی می توانند در دو گروه اصلی قرار گیرند. گروه اول ترکیبات حاصله از هیدرولیزهای پروتئینی که ترکیبی از پپتیدها و آمینو اسیدهای با منشاء حیوانی یا گیاهی است و گروه دوم اسیدهای آمینه خاص شامل آسپارژین، گلوتامات، گلوتامین، هیستیدین، پرولین، گلایسین و بتایین.

اسیدهای آمینه گلوتامین و آسپاراژین به عنوان منابع و اشکال نیتروژن انتقالی و تغییردهنده نسبت کربن به نیتروژن در گیاه عمل می کنند. در واقع گیاهان پس از جذب اشکال مختلف نیتروژن، آنها را در مسیرهای مختلف آلی سازی که همگی انرژی بر هستند وارد می کنند و در نهایت ۸۵ درصد از نیتروژن را به اسید آمینه تبدیل می کنند (مارشنر، ۲۰۱۱). این مطلب هنگامی اهمیت بیشتری پیدا می کند که گیاه در مرحله رشد رویشی سریع قرار دارد و مصرف مستقیم اسیدهای آمینه منجر به ذخیره انرژی و رشد مناسب گیاه می شود. سایر اسیدهای آمینه از جمله تریپتوفان، متیونین، پرولین و آرژنین به عنوان پیش ساز برخی ترکیبات ثانویه و هورمون ها، به طور مستقیم و یا غیرمستقیم باعث افزایش مقاومت گیاهان در برابر شرایط تنش زنده و غیرزنده می شوند (ترویسان و همکاران، ۲۰۱۹). در حقیقت مکانیسم گیاهان در برابر تنش های محیطی، سازگاری و ایجاد ساز و کار فیزیولوژیکی برای رفع تنش است. گیاهان با تولید آنزیم های مختلف علاوه بر انجام فرایندهای بیوشیمیایی با تنش های محیطی هم مقابله می کنند. با ایجاد تنش، ژن بیان کننده تولید آنزیم در گیاه بیان می شود و با تولید آنزیم توسط ریبوزوم و استفاده از اسیدهای آمینه آزاد شرایط برای گذر از تنش های محیطی فراهم می شود. واحد های mRNA با انتخاب اسیدهای آمینه تعریف شده برای تولید آنزیم مورد نیاز، این کار را بر روی ریبوزوم انجام می دهند. کاتیون های فلزی می تواند به عنوان کوفاکتور برای فعالسازی آنزیم مورد استفاده قرار می گیرند. آنزیم های تولید شده با تغییر رفتار فیزیولوژیکی سلول موجبات گذر از تنش را فراهم میکنند؛ به این ترتیب تنش های دمایی، نور، رادیکال های آزاد و ... می تواند با این فرایند کنترل شود؛ بنابراین وجود اسیدهای آمینه آزاد برای رفع تنش در گیاه ضروری است (غیبی، ۱۳۹۷).

شاهین و همکاران (۲۰۱۹) و رفیعی و همکاران

فرتاک تجارت افرا
مهارت، تجربه، نوآوری

(۲۰۱۷) گزارش کردند محلول پاشی اسید آمینه در شرایط تنش باعث افزایش عملکرد، اجزای عملکرد و بهبود صفات کیفی محصولات مختلف از جمله پیاز و سیب زمینی می شود. کالوو و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند کاربرد و تجمع اسیدهای آمینه گلایسین، بتائین و پرولین در گیاهان ذرت، جو، سویا، یونجه و برنج به عنوان محافظ اسمزی عمل می نمایند و باعث تثبیت پروتین ها، آنزیم ها و غشاها در برابر اثرات غیر طبیعی غلظت زیاد نمک و دماهای زیاد غیرفیولوژیکی می گردد. لیانگ و همکاران (۲۰۱۳) کاربرد گلوتامات و یا اورنیتین (پیش ماده پرولین) را در افزایش مقاومت به تنش شوری موثر گزارش کردند.

کولا و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند در بسیاری از گیاهان، در زمان مواجه شدن با تنش عناصر سنگین، مقدار زیادی از پرولین تجمع می یابد در حالی که در گیاهان مقاوم به این نوع تنش، در زمانی که مقدار زیاد فلز سنگین تجمع نیافته نیز مقدار زیادی پرولین در گیاه وجود دارد. پرولین باعث کلات شدن یون فلز در بین سلول های گیاهی و در شیره آوند چوبی می شود و یا ممکن است به عنوان آنتی اکسیدانت عمل نماید و با جذب فلز سنگین از اثرات رادیکال های آزاد، بکاهد (شارما و دیتز، ۲۰۰۶).

رفیع و همکاران (۱۴۰۱) با مطالعه بر روی گیاه سیب زمینی گزارش کردند وجود برخی عناصر غذایی موثر در رفع تنش های غیر زنده (از جمله پتاسیم، روی، کلسیم و ...) به صورت کمپلکس های اسید آمینه - عنصر غذایی می توانند با افزایش تحمل گیاه در برابر تنش های گرمایی و سایر تنش های محیطی باعث افزایش عملکرد محصول شوند.

آشنایی با محصول® ROOTAGE

«فرتاک تجارت افرا» مفتخر است با تولید ترکیب منحصر به فردی با نام « ® ROOTAGE» نیاز کشاورزان را برای رسیدن به یک محصول قابل انتظار برآورده کند که ضمن افزایش عملکرد گیاهان زراعی و باغی، سبب افزایش تحمل این گیاهان به تنش های زیستی و غیر زیستی می شود.

® ROOTAGE حاوی ترکیبی از محرک های رشد بیولوژیک شامل فولویک اسید، آمینو اسید، عناصر ضروری و ... می باشد.

اثر اصلی ® ROOTAGE بر تحریک رشد ریشه بوده و باعث افزایش تقسیم سلولی و تولید ریشه های مویین بیشتر می شود. متعاقب شکل گیری ریشه های حجیم و قدرتمند در گیاه، تعادلی بین بخش هوایی و سیستم ریشه گیاه صورت می گیرد و بدین ترتیب شاهد افزایش رشد برگ ها و شاخساره ها (اندام های فتوسنتز کننده)، افزایش تعداد گل و کاهش ریزش گل و میوه و عملکرد بهتر گیاهان خواهیم بود.

® ROOTAGE با افزایش کارایی مصرف آب و بهبود جذب مواد غذایی ضمن بهبود رشد گیاهان باعث کاهش اثرات مخرب و خسارات تنش های زیستی (مانند آلودگی های قارچی و نماتد) و تنش های غیر زیستی (مانند تنش شوری، خشکی و ...) می شود.

استفاده از ® ROOTAGE در کشت های ضعیف و تُنک گیاهان زراعی اثر بسیار مثبتی داشته، به گونه ای که احتمال نیاز به واکاری بذر را کاهش داده و درنهایت عملکرد اقتصادی افزایش می دهد. یکی دیگر از موارد مهم کاربرد ® ROOTAGE ، استفاده از آن در تولید نشا است. ® ROOTAGE در تولید نشا، با تسریع توسعه ریشه ها و اندام های هوایی، سبب کاهش طول دوره تولید نشا، مدیریت زمان و هزینه ها و افزایش مقاومت نشاها به تنش می شود. کاربرد ® ROOTAGE قبل از انتقال نشا نیز با اهمیت است زیرا باعث جلوگیری از هر گونه استرس به گیاه می شود.

توصیه های مصرف

زمان مصرف: استفاده از ® ROOTAGE در طول فصل رشد، هنگامی که درجه حرارت محیط بالاتر از ۱۲ درجه سانتی گراد است، توصیه می شود.

شیوه مصرف:

الف) محلول پاشی برگی: ۱ – ۰/۵ لیتر در هزار لیتر آب

ب) آبیاری تحت فشار:

در کشت صیفی و جالیز (هندوانه، خربزه، خیار و ...) ۲ – ۱ لیتر در هکتار بعد از انتقال نشا که بایستی سه تا چهار مرتبه در طول فصل رشد تکرار گردد.

در کشت سبزیجات غده ای (پیاز و سیب زمینی و ...) ۱/۵ – ۱ لیتر در هکتار در مراحل اولیه رشد که بایستی سه تا چهار مرتبه در طول فصل رشد تکرار گردد.

در کشت توت فرنگی ۱ لیتر در هکتار بعد از انتقال نشا که بایستی در طول فصل رشد تکرار گردد.

در کشت انگور ۳ – ۲ لیتر هنگام شروع جوانه زنی دو مرتبه تکرار گردد.

در درختان میوه ۳ – ۲ لیتر در هکتار قبل از گلدهی و دو مرتبه در طول فصل تکرار گردد.

احتیاط و هشدار: با توجه به تنوع اقلیم، خاک، ژنتیک و توان بالقوه گیاهان و ... در مناطق مختلف کشور، توصیه می شود قبل از مصرف به صورت گسترده حتما در سطح محدود تست سازگاری انجام شود.

منابع

جعفرنژادی، علیرضا؛ نورقلی پور، فریدون؛ مسکینی ویشکایی، فاطمه و بهبهانی، لیلا؛ ۱۴۰۲. تاثیر محرک های رشد گیاهی بر عملکرد، غلظت عناصر غذایی برگ گندم و برخی ویژگی های خاک در شرایط تنش شوری. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۱۱. شماره ۲. ۵۸ – ۴۶.

رفیع، محمد رضا؛ دارابی، عبدالستار و مریم جوادزاده. ۱۴۰۱. مطالعه تاثیر محرک های رشد گیاهی بر عملکرد غده کل و قابل فروش و صفات کیفی سیب زمینی رقم سانته. علوم باغبانی ایران. جلد ۵۳. شماره ۳. ۷۸۳ – ۷۶۹.

غفاری نژاد، سید علی؛ نورقلی پور، فریدون و غیبی محمدنبی. ۱۳۹۹. محرک های رشد گیاهی، نقش آنها در فیزیولوژی گیاه، جذب عناصر غذایی و مقابله با تنش های محیطی. نشریه مدیریت اراضی. جلد ۸. شماره ۱. ۶۷ – ۴۷.

غیبی، محمد نبی. ۱۳۹۷. اصول کاربردی تغذیه گیاه. نشر توانگران. تهران، ایران. ۶۲ صفحه.

میرزاپور، محمد هادی؛ نوقلی پور، فریدون و نایینی محمد رضا. ۱۴۰۲. آشنایی با محرک های رشد گیاهی و نقش آنها در بهبود عملکرد محصولات کشاورزی در شرایط تنش شوری. نشریه ۶۴۶ وزارت جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی موسسه تحقیقات خاک و آب.

Abdul-Qados, A.M.S. 2009. Effect of arginine on growth, yield and chemical constituents of wheat grown under salinity condition. Journal of Plant Science. 2, 267-278.

Aremu, A., Stirk, A., Kulkarni, M., Tarkowská, D., Turečková, V. and Gruz, J. 2015. Evidence of phytohormones and phenolic acids variability in garden-waste-derived vermicompost leachate, a well-known plant growth stimulant. Plant Growth Regul. 75, 483–492.

Bocanegra, M.P., J.C. Lobartini, and G.A. Orioli. 2006. Plant uptake of iron chelated by humic acids of different molecular weights. Communications in Soil Science and Plant Analysis 37: 239-248.

Bulgari, R., Trivellini, A. and Ferrante, A. 2019. Effects of two doses of organic extract-based biostimulant on greenhouse lettuce grown under increasing NaCl concentrations. Front. Plant Sci. 9, 9.

Calvo, P., L. Nelson, and J. W. Kloepper. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and soil, 383(1-2), 3-41.

Colla, G., Y. Rouphael, R. Canaguier, E. Svecova, M. Cardarelli. 2014. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. Frontiers in Plant Science 5, 1–6.

Du Jardin, P., 2015. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae 196, 3-14.

García, A.C., R.L.L. Berbara, L.P. Farías, F.G. Izquierdo, O.L. Hernández, R.H. Campos, and R.N. Castro. 2012. Humic acids of vermicompost as an ecological pathway to increase resistance of rice seedlings to water stress. African Journal of Biotechnology 11, 3125-3134.

Halpern, M., A. Bar-Tal, M. Ofek, D. Minz, T. Muller, U. Yermiyahu. 2015. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. Advances in Agronomy. 129. 141–174.

Jindo, K., Martim, S.A., Navarro, E.C., Aguiar, N.O. and Canellas, L.P. 2012. Root growth promotion by humic acids from composted and non-composted urban organic wastes. Plant and Soil. 353, 209–220.

Khalil, A.A., Osman, E.A.M. and Zahran, F.A.F. 2008. Effect of amino acids and micronutrients foliar application on growth, yield and its components and chemical characteristics. The Journal of Agricultural Science, Mansoura University. 33, 3143-3150.

Liang, X.W., L. Zhang, S.K. Natarajan, D.F. Beckker .2013. Proline mechanisms of stress survival. Antioxid Redox Signaling 19, 998–1011.

Liu, X.Q., Ko, K.Y., Kim, S.H. and Lee, K.S. 2008. Effect of amino acid fertilization on nitrate assimilation of leafy radish and soil chemical properties in high nitrate soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 39, 269-281.

Mohamed, W.H. 2012. Effects of humic acid and calcium forms on dry weight and nutrient uptake of maize plant under saline condition. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 6, 597–604.

Marschner, H. 2011. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic press.

Nardi, S., Pizzeghello, D., Schiavon, M. and Ertani, A. 2016. Scientia Agricola Plant biostimulants: Physiological responses induced by protein hydrolyzed-based. Sci. Agric. 73, 18-23.

Paschalidis, A.K. and Roubelakis-Angelakis, A.K. 2005. Sites and regulation of polyamine catabolism in the tobacco plant. Correlation with cell division/expansion, cell cycle progression and vascular development. Plant Physiology. 138, 2174-2184.

Peng, A., Y. Xu, and Z.J. Wang .2001. The effect of fulvic acid on the dose effect of selenite on the growth of wheat. Biological Trace Element Research 83, 275–279.

Rafie, M., Khoshgoftarmanesh, A. M., Shariatmadari, H., Darabi, A., & Dalir, N. (2017). Influence of foliar-applied zinc in the form of mineral and complexedwith amino acids on yield and nutritional quality of onion under fieldconditions. Scientia Horticulturae, 216, 160–168.

Rao, N.K.S., Laxman, R.H. and Shivashankara, K.S. 2016. Physiological and Morphological Responses of Horticultural Crops to Abiotic Stresses., Eds.; Springer: New Delhi, India, 3-7, ISBN 978-81-322-2723-6.

Shaheen, A. M., Ragab, M. E., Rizk, A., Mahmoud, S. H., Soliman, M. M., & Omar, N. M. 2019. Efeect of some active stimulants on plant growth, tubers yield and nutritional values of potato plants grown in newly reclaimed soil. The Journal of Animal and Plant Sciences, 29:1, 215-225.

Sharma, S.S., K. J. Dietz .2006. The significance of amino acids and amino acid-derived molecules in plant responses and adaptation to heavy metal stress. Journal of Experimental Botany 57,711–726

Trevisan, S., O. Francioso, S. Quaggiotti, and S. Nardi. 2010. Humic substances biological activity at the plant-soil interface. Plant Signaling Behavior. 5, 635–643.

Xudan, X. 1986. The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and yield in wheat. Australian Journal of Agricultural Research. 37, 343–350.

FARTAK TEJARAT AFRA
Skill, Experience, Innovation
FTA فرتاک تجارت افرا FARTAK TEJARAT AFRA