نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۸۹ ، ص. ۱۵۳-۱۴۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 24, No. 2, Fall- Winter 2010-2011, P. 149-153
ISSN: 2008 - 4730

تاثیر اسید هومیک بر خصوصیات رویشی و جذب عناصر غذایی کاهو در سیستم لایه نازک محلول غذایی

سهیلا کمری شاهملکی[1*]- غلامعلی پیوست[2]- جمالعلی الفتی[3]

تاریخ دریافت:۸۸/۵/۱۸
تاریخ پذیرش:۸۹/۴/۸

چکیده

اثرات مثبت مواد هومیکی بر رشد گیاهان مختلف توسط محققین زیادی ثابت شده و در نتیجه استفاده از این مواد اغلب به عنوان یک روش مهم برای بهبود کیفیت محصول پیشنهاد می‌گردد. به منظور ارزیابی تاثیر اسید هومیک بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم کاهوی گلخانه‌ای `Lollo rossa` و `Javelina` آزمایش گلخانه‌ای در دانشگاه گیلان با استفاده از سیستم لایه نازک محلول غذایی در قالب طرح کاملا تصادفی در سه سطح مختلف اسید هومیک (صفر، ۲۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و با چهار تکرار به مرحله اجرا درآمد. نتایج آزمایش نشان داد که تیمار اسید هومیک در هر دو رقم بر طول، وزن خشک برگ و عناصر غذایی مانند کلسیم، فسفر و منیزیم تاثیر معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشت. اما بین تیمارهای مختلف اسید هومیک از نظر وزن، تعداد برگ و ویتامین ث در رقم Lollo rossa و در رقم Javelina از نظر عرض، وزن، قطر و مواد جامد محلول تفاوت معنی-داری مشاهده نگردید. با توجه به نتایج این بررسی می‌توان برای ارقام Lollo rossa و Javelina مقدار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هومیک در محلول غذایی توصیه نمود.

واژه های کلیدی: رشد، عملکرد، کیفیت، Javelina، Lollo rossa

مقدمه [1]

کشت بدون خاک به طور سریع در بسیاری از کشورها در سراسر جهان توسعه پیدا کرده است (۹ و ۱۱). سیستم بدون خاک آب و مواد غذایی را بدون محدود کردن توسعه ریشه‌های گیاه فراهم می‌کند. اخیراً تقاضا برای این سیستم های رشد در محصولات کشاورزی و باغبانی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه رو به افزایش است (۱۴). مزایای مهم سیستم بدون خاک رفع نیاز به گندزدایی خاک و کنترل بیشتر و دقیق‌تر عناصر غذایی و میزان آب مصرفی می‌باشد (۹ و ۱۱). اسید هومیک یک محصول تجاری شامل عناصر غذایی فراوانی است که موجب بهبود حاصلخیزی خاک وافزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی به گیاهان شده و در نتیجه بر رشد و عملکرد آنها تاثیر می‌گذارد. از طرفی می‌توان آن را برای حذف یا کاهش اثرات منفی کودهای شیمیایی و بعضی مواد شیمیایی از خاک استفاده نمود و نیازهای کودی را کاهش داد که نتیجتاً باعث افزایش عملکرد محصول می‌گردد (۱۶).

تحقیقات زیادی اثرات مثبت اسید هومیک را توصیف کرده‌اند. مواد هومیکی بر جذب عناصر غذایی، فرآیند تنفس، مقدار قند و اسیدهای آمینه و کاهش تجمع نیترات تاثیر دارند و گیاهان را بر علیه بیماریها و ویروسها مقاوم می‌سازند (۱۸). همچنین بر جوانه‌زنی بذر، رشد گیاهچه‌ها، رشد و توسعه ریشه تاثیر دارند (۲)، این مواد ترکیبات اصلی مواد آلی خاک می‌باشند و موضوع مطالعه در زمینه‌های مختلف آگرونومی مانند شیمی خاک، حاصلخیزی، فیزیولوژی و علوم محیطی هستند زیرا این مواد نقشهای چند گانه‌ای دارند (۵) و افزایش تراوایی غشای سلول، جذب اکسیژن، تنفس، فتوسنتز و طویل شدن سلول ریشه به وسیله محققان زیادی برای اسید هومیک ذکر شده است (۲۱).

عبدل موگاد و همکاران (۱) اثر نسبتهای مختلف اسید هومیک و کودهای NPK را بر روی گوجه‌فرنگی مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که تعداد برگها، وزن خشک و تر و سطح هورمونهای داخلی با تیمار اسید هومیک افزایش یافته که منجر به

۱،۲و۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و دانشجوی دکتری گروه باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان
(*- نویسنده مسئول: (Email: Kamari.soheila@gmail.com

بهبود تولید و کیفیت میوه گردید. ایلدریم (۲۲) در مطالعات خود تاثیر برگپاشی و کوددهی غلظتهای مختلف اسید هومیک را بر کیفیت، رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار دادند، نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان داد که این تیمارها بر pH و اسیدیته تاثیری نداشت اما مواد جامد محلول و ماده خشک ساقه و برگ نسبت به شاهد بیشتر بود. کاربرد اسید هومیک و قارچ مایکوریزا اثرات سودمندی بر مقدار نیتروژن ریشه‌ها و ساقه فلفل دارد همچنین با افزایش میزان اسید هومیک به طور معنی‌داری مقادیر عناصر ماکرو و میکرو در ساقه و ریشه افزایش یافت (۲۰). سیمیرین و ایلماز (۵) با مطالعه تاثیر اسید هومیک و فسفر بر رشد و مقدار عناصر غذایی کاهو اظهار داشتند که اسید هومیک و فسفر و ارتباط متقابل این دو مقدار نیتروژن کاهو را افزایش داده و موجب قابلیت دسترسی فسفر گردیده است اما در این آزمایش کاربرد اسید هومیک موجب بهبود عملکرد کاهو نگردید. راتان و اشنایتزر (۱۵) ارقام مختلف خیار را در محلول هوگلند دارای اسید هومیک از غلظت ۲۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پرورش دادند، نتایج نشان داد که کلیه تیمارها موجب بهبود نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در شاخه و نیتروژن در ریشه گردید. نتایج تحقیق اسپری سطوح مختلف اسید هومیک (صفر تا ۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم) با دزهای یکنواختی از نیتروژن، فسفر، پتاسیم (۶۰-۹۰- ۲۰ کیلوگرم در هکتار) روی رشد ذرت نشان داد که اسید هومیک موجب افزایش معنی داری در وزن خشک ساقه و ریشه گیاهان در مقایسه با شاهد شد اما افزایش سطوح اسید هومیک بالای ۵۰ و۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تاثیری بر عملکرد نداشت (۱۶).

تاثیر دو نوع اسید هومیک CP- A و CP- B به ترتیب با منشاء پیت و لئوناردیت در نسبتهای ۵۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بر رشد و عناصر معدنی گیاهان گوجه‌فرنگی در کشت هیدروپونیک مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد که CP- A مخصوصاً در غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر وزن تر و خشک ریشه را تحریک کرد و CP- B تاثیر مثبتی در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بر رشد ریشه و ساقه داشته است (۲). همچنین جهت ارزیابی تاثیر هورمونها در سیستم هیدروپونیک بر رشد گوجه‌فرنگی آزمایشی با استفاده از بسترهای مختلف (پرلیت، فیبر نارگیل و پیت) انجام شد، نتایج نشان داد که اسید هومیک بر طول ریشه و ساقه تاثیر گذار بوده و مقدار عناصر غذایی کلسیم و پتاسیم به وسیله تیمار با اسید هومیک در برگ ومیوه تحت تاثیر قرار گرفتند.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر اسید هومیک بر جذب عناصر غذایی و صفات کمی و کیفی دو رقم کاهوی 'Lollo rossa' و 'Javelina' آزمایشی در سال ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در گلخانه شیشه‌ای دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان به مرحله اجرا درآمد.

جهت اندازه گیری مواد جامد محلول از رفرکتومتر دیجیتالی استفاده شد بدین منظور از هر تکرار سه گیاه به طور تصادفی انتخاب و مواد جامد محلول به به صورت درصد در عصاره کاهو بیان شد. در انتهای

آزمایش قطر، طول و عرض هد بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. ویتامین ث به روش تیتراسیون با استفاده از محلول ۲و ۶- دی کلرو فنول ایندوفنول بر حسب میلی گرم در صد گرم بافت تازه اندازه‌گیری شد (۱۲). عناصر کلسیم، فسفر و منیزیم نیز به روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد (۶). این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی در سه سطح مختلف اسید هومیک (صفر، ۲۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و چهار تکرار انجام شد. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SAS، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها نیز به روش LSD انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بین تیمارهای مختلف اسید هومیک در رقم Lollo rossa از نظر طول، عرض و قطر اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود دارد (جدول۱ و ۳). بیشترین مقدار طول بوته از تیمار ۲۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب در رقم Lollo rossa و Javelina حاصل شد. همچنین بیشترین مقدار قطر در رقم Lollo rossa از تیمار ۵۰ تاثیری بر قطر کاهو در رقم Javelina نداشت. مواد میلی‌گرم در لیتر حاصل گردید اما تیمار اسید هومیک شبه هورمونی در اسید هومیک وجود دارد که موجب افزایش رشد می‌شود. تورکمن و همکاران (۲۰) اظهار نمودند که تیمار اسید هومیک اثر مثبت معنی‌داری بر قطر و طول گوجه‌فرنگی دارد اما کاراکورت و همکاران (۸) بیان داشتند که تیمارهای مختلف اسید هومیک تاثیری بر طول و قطر میوه فلفل ندارد و پاسخ های مختلف به دست آمده ممکن است به علت گونه‌های مختلف باشد (۷). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف اسید هومیک از نظر وزن کل کاهو در هر دو رقم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱ و ۳). هر چند بیشترین مقدار وزن کل در هر دو رقم از تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هومیک به دست آمد که نتایج سیمیرین و ایلماز (۵) نیزموید همین مطلب است، آنها بیان کردند که کاربرد اسید هومیک و ارتباط متقابل اسید هومیک و فسفر به طور معنی‌داری وزن کاهو را تحت تاثیر قرار نداد.

اثر تیمار اسید هومیک بر تعداد برگ کاهوی رقم Javelina در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۳) اما در رقم Lollo rossa اثر معنی‌داری مشاهده نشد که نتایج تورکمن و همکاران (۲۰) بر گیاه گوجه‌فرنگی با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد.

بنا به نتایج به دست آمده از جدول (۱و ۳) مقایسه تیمارهای مختلف اسید هومیک جهت بررسی وزن خشک کاهو نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری در مقدار وزن خشک دو رقم کاهو مشاهده گردید. آدانی و همکاران (۲) گزارش کردند که اسید هومیک در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر تاثیر مثبتی بر وزن تر و خشک ساقه کاهو دارد که نتایج تورکمن و همکاران (۲۰)، عبدل موگاد و همکاران (۱) و کاراکورت و همکاران (۸) با نتایج به دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد.

اثر غلظتهای مختلف اسید هومیک بر مواد جامد محلول کاهوی رقم Lollo rossa معنی‌دار بود اما در رقم Javelina این تیمارها تاثیر گذار نبودند اما با وجود معنی‌دار نبودن بیشترین مقدار مواد جامد محلول در هر دو رقم از تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هومیک به دست آمد و در بررسی تاثیر اسید هومیک تجاری بر رشد گوجه‌فرنگی نیز بیشترین مقدار قند این تیمار به دست آمد که مطابق نتایج این آزمایش است (۱۹). از نتایج به دست آمده مشخص می‌گردد که تاثیر اسید هومیک بر اسید آسکوربیک در رقم Javelina معنی دار و بیشترین مقدار (۱۶ میلی‌گرم در۱۰۰ گرم بافت تازه) از تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد اما در رقم Lollo rossa این اختلاف معنی‌دار نیست با این وجود بیشترین مقدار با تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. مشابه این نتایج به وسیله پادم و اکال (۱۳) گزارش گردید، آنها نشان دادند که بیشترین مقدار اسید آسکوربیک با تیمار ۳۰۰ سی سی در ۱۰۰ لیتر اسید هومیک به دست آمد.

همان طور که در جدول (۲ و ۴) نشان داده شده است مقدار عناصر معدنی کلسیم، فسفر و منیزیم در هر دو رقم کاهو به طور معنی‌داری با افزایش سطح تیمار افزایش یافت. مواد هومیکی نقش مهمی در جذب عناصر غذایی بازی می‌کنند (۲۰). همچنین محققان زیادی گزارش کرده‌اند که به وسیله تیمار اسید هومیک جذب عناصر ماکرو و میکرو افزایش می‌یابد (۱۰). آدانی و همکاران (۲) عنوان نمودند ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هومیک تجاری (CP- B) موجب افزایش فسفر در گوجه‌فرنگی شد. همچنین تای لو و بوهمی (۱۹) در بررسی تاثیر اسید هومیک بر رشد گوجه‌فرنگی در سیستم هیدروپونیک گزارش دادند که هومات سدیم موجب افزایش کلسیم در ساقه، برگ و میوه شد. نتایج تورکمن و همکاران (۲۰)، سلمان و همکاران (۱۶)، سیام و همکاران (۱۸)، بریان و همکاران (۴) تای لو و بوهمی (۱۹) موید همین مطلب است. اسید هومیک دارای فعالیت شبه هورمونی است و جذب عناصر معدنی گیاه را افزایش می‌دهد (۲۲).

جدول ۱- نتایج مقایسه میانگین تاثیر اسید هومیک بر خصوصیات رویشی کاهو رقم Lollo rossa

تیمار (میلی گرم در لیتر)	طول* (سانتیمتر)	عرض* (سانتیمتر)	قطر* (سانتیمتر)	وزنns (گرم)	تعداد برگns	وزن خشک* (گرم)
۰	۲۰/۷۵^{b}	۱۲/۳۷ ^{b}	۱/۴۳ ^{b}	۵۵/۶۵ ^{a}	۲۶/۶۲ ^{a}	۸/۶۳ ^{a}
۲۰	۲۴/۳۷^{a}	۱۷/۷ ^{a}	۱/۵۲ ^{b}	۵۱/۵۷ ^{a}	۲۷ ^{a}	۹/۷۵ ^{a}
۵۰	۲۰/۹۵^{b}	۱۹/۷۲ ^{a}	۱/۹۳ ^{a}	۵۸/۰۳ ^{a}	۲۹ ^{a}	۳/۸۰^{b}

* معنی دار در سطح ۵ درصد ns غیر معنی دار

جدول ۲- تاثیر اسید هومیک بر خصوصیات کیفی و عناصر غذایی کاهو رقم Lollo rossa

تیمار (میلی گرم در لیتر)	مواد جامد * محلول (درصد)	ویتامین ثns (میلی‌گرم / صد گرم بافت تازه)	کلسیم* (میلی‌گرم/صد گرم ماده تر)	فسفر* (میلی‌گرم/صد گرم ماده تر)	منیزیم* (میلی‌گرم/صد گرم ماده تر)
۰	۳/۳۵^{b}	۱۴/۴۰^{a}	۱۶۴/۶۲^{b}	۶۶/۳۲^{b}	۴۳/۳۳^{b}
۲۰	۴/۵۵^{ab}	۱۵/۹۰^{a}	۱۷۹/۳۲^{b}	۷۰^{b}	۵۰/۵۸^{ab}
۵۰	۴/۷۱^{a}	۱۵^{a}	۳۹۹/۷۱^{a}	۱۵۰/۸۷^{a}	۵۹/۹۹^{a}

* معنی دار در سطح ۵ درصد ns غیر معنی دار

جدول ۳- تاثیر اسید هومیک بر خصوصیات رویشی کاهو رقم Javelina

تیمار (میلی‌گرم در لیتر)	طول* (سانتیمتر)	عرضns (سانتیمتر)	قطرns (سانتیمتر)	وزنns (گرم)	* تعداد برگ	وزن خشک* (گرم)
۰	۱۶/۰۴^{b}	۱۱^{a}	۱/۰۱^{a}	۶۳/۵۴ ^{a}	۲۲/۵۹^{b}	۴/۳^{b}
۲۰	۱۷/۷۴^{ab}	۱۱/۱۲^{a}	۱/۲۴^{a}	۸۰/۸۸^{a}	۲۷/۳۳^{a}	۴/۴۷^{b}
۵۰	۱۸/۷۴^{a}	۱۲/۰۸^{a}	۱/۱۵^{a}	۸۳/۸۳^{a}	۲۸/۰۸^{a}	۵/۳^{a}

* معنی دار در سطح ۵ درصد ns غیر معنی دار

جدول ٤- تاثیر اسید هومیک بر خصوصیات کیفی و عناصر غذایی کاهو رقم Javelina

تیمار (میلی‌گرم در لیتر)	nsمواد جامد محلول(درصد)	*ویتامین ث (میلی‌گرم / صد گرم بافت تازه)	*کلسیم (میلی‌گرم/صد گرم ماده تر)	*فسفر (میلی‌گرم/صد گرم ماده تر)	*منیزیم (میلی‌گرم/صد گرم ماده تر)
۰	۰/۷۲^{a}	۱۳^{b}	۸۸/۶۲^{b}	۳۲/۹۸^{b}	۱۷/۴۹^{b}
۲۰	۰/۸۷^{a}	۱۴^{b}	۷۲/۲۵^{c}	۲۹/۵۴^{b}	۲۱/۴۵^{ab}
۵۰	۱/۴۵^{a}	۱۶^{a}	۱۰۷/۳۴^{a}	۴۱/۷۱^{a}	۲۴/۵۸^{a}

* معنی دار در سطح ۵ درصد ns غیر معنی دار

منابع

1- Abdel-Mawgoud A.M.R., El-Greadly N.H.M., Helmy Y.I., and Singer S.M. 2007. Responses of tomato plants to different rates of humic-based fertilizer and fertilization. Journal of Applied Sciences Research. 3, 169- 174.
2- Adani F., Genevini P., Zaccheo P., and Zocchi G. 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. Journal of plant nutrition , 21: 3, 561, 575.
3- Ayas H., and Gulser F. 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macro nutrient contents of spinach (*Spinacia Olerace* Var. Spinoza). Journal of Biological Sciences, 5 (6): 801 - 804.
4- Bryan H.H. 1976. Responce of tomato to seed and seedling applications of humates and alpha- keto. acids.. Proc. Fla. State Hort. Soc. 89: 87 - 90.
5- Cimrin M.K., and Yilmaz I. 2005. Humic acid application to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Plant soil science, 55: 1, 58- 63.
6- Elliote H.A., and Dempsey B.A. 1991. Agronomic effects of land application of water treatment sludges. J. Am. Waste Water Assoc. 83:126.
7- Gu Lee J., Yil Lee B., and Jae Lee H. 2006. Accumulation of phytotoxic organi acids in reused nutrient solution during hydroponic cultivation of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Scientia Horticulturae 110: 119- 128.
8- Karakurt Y., Unlu H., Unlu H., and Padem H. 2008. The influence of foliar and Soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Plant soil science, 1- 5.
9- Kaya S., Caturano E., Tuzel Y., Okur N., and Leonardi C. 2008. Response of tomato plants to organic nutrition in soillless culture. Journal of Food, Agriculture & Environmental Vol.6(2): 303- 305.
10- Kaya M., Atak M., Khawar K.M., Ciftci C.Y., and Ozcan S. 2005. Effect of pre- sowing Seed treatment with Zinc and foliar Spray of humic acids on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). International Journal of Agriculture &Biology, 875–878.
11- Maloupa E. 2002. Hydroponic system. Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Edited by D. imitrios savvas and Harold Passam. Embryo publications, Greece.
12- Mazumdar B.C., and Magumdar K. 2003. Methods on Physico – chemical analysis of fruits. Daya publishing House: Delhi – 110035.
13- Padem H., and Ocal A. 1999. Effect of humic acid applications on yield and some characteristics of processing tomato. ISHS. 6th International Symposiym on the processing tomato. Pamplona, Navarra, Spain, Acta Horticulturae, 487: 159- 163.
14- Preemozic Z., Palmucci HE., Tamborenea J., and Nakama M. 2007. Chlorination: phytotoxicity and effects on the production and quality on lactuca sativa International Journal of Experimental Botany, 76: 103- 117.
15- Ruatan B.S., and Schnitzer M. 1981. Effect of soil fulvic acid on the growth and Nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. Plant soil 63: 491- 495.
16- Salman S.R., Abou-Hussein S.D., Abdel-Mawgoud A.M.R., and El- Nemr M.A. 2005. fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application. Journal of Applied Sciences Research 1: 51-58.
17- Sharif M., Khattak R.A., and Sarir M.S. 2002. Effect of different levels of lignitic coal derive humic acid on growth of maiz plants. Communications in Soil Science. and Plant Analysis, Vol. 33, Issue (19 &20), 3667- 3580.
18- Siam H.S., Abd El-moez M.R., and El– Ashry S.M. 2008. Responce of lettuce followed by sorgum to application of different types of phosphorus, compost and sulfur. 2008. Australian journal of Basic and Applied Sciences, 2(3) : 447- 457.
19- Thi Lua H. and Bohme M. 2001. The influence of humic acid on tomato in hydroponic system. Acta Hort. 548, ISHS, 451- 458.
20- Turkmen O., Dursun A., Turan M., and Erdinc C. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato(*lycopersicon esculentum* L.) seedling under saline soil conditions. Acta Agriculturae

Scandinavica, Section B– Plant soil science, 54(3), 168- 174.

21- Turkmen O., Demir S., Sensoy S., and Dursun A. 2005. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. Journal of biological sciences, 5 (5): 568- 574.

22- Yildirim E. 2007. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Plant soil science, 57(2), 182- 186.