فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد هیجدهم/ شمارهٔ اول/ بهار و تابستان ۹۷
DOI: 10.22084/ppt.2018.9285.1525

اثر اسید هیومیک روی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی انار رقم اردستانی

Effect of Humic Acid on Some Physical and Chemical Characteristics of Pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani)

سهراب داورپناه[۱]، علی تهرانی‌فر[۲*]، غلامحسین داوری‌نژاد[۲]، خاویر آبادیا[۳] و رضا خراسانی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۱۵

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی اسید هیومیک بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی میوه انار، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در شهرستان مه‌ولات در طی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ انجام پذیرفت. محلول‌پاشی اسید هیومیک با چهار غلظت (صفر (تیمار شاهد)، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در دو مرحله تمام گل و یک ماه بعد از تمام گل انجام پذیرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که محلول‌پاشی اسید هیومیک اثر معنی‌داری بر عملکرد، تعداد میوه در درخت، میانگین وزن و اندازه میوه داشت. بیش‌ترین عملکرد و تعداد میوه در درخت با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد، درحالی‌که بیش‌ترین وزن و اندازه میوه با غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد. علاوه بر این، محلول‌پاشی اسید هیومیک منجر به افزایش مواد جامد محلول، pH، آنتوسیانین کل و کربوهیدرات کل و کاهش اسید قابل تیتر نسبت به تیمار شاهد گردید. محلول‌پاشی اسید هیومیک تأثیری بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل عصاره میوه نداشت. کاربرد اسید هیومیک سبب افزایش غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم و روی و کاهش غلظت فسفر در برگ شد، درحالی‌که تأثیری بر غلظت عناصر کلسیم و آهن در برگ نداشت. به‌طورکلی نتایج به‌دست آمده نشان داد که محلول‌پاشی اسید هیومیک منجر به افزایش عملکرد از طریق افزایش در تعداد میوه، اندازه و وزن میوه شده و هم‌چنین سبب بهبود شاخص‌های کیفی میوه انار شده است.

واژه‌های کلیدی: تغذیه‌برگی، کود آلی- معدنی، محلول‌پاشی، آنتوسیانین، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

۱ و ۲. به‌ترتیب دانش‌آموخته دکتری و استادان گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳. استاد گروه تغذیه گیاهی، ایستگاه تحقیقاتی Aula Dei (CSIC) زاراگوزا- اسپانیا
۴. دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
*: نویسنده مسئول Email: tehranifar@um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) یکی از میوه‌های مهم و دارای سابقه‌ی کشت و کار بسیار طولانی در ایران می‌باشد. پرورش این درخت عمدتاً در مناطق حاشیه‌ی کویر که دارای تابستان‌های گرم و خشک، آفتاب سوزان، زمستان‌های نسبتاً سرد و آب و خاک نسبتاً شور می‌باشند، انجام می‌پذیرد (زمانی، ۱۳۶۹). سطح زیرکشت انار در ایران، ۸۲۵۴۰ هکتار و میزان تولید آن ۹۴۰ هزار تن گزارش شده، که رتبه‌ی پنجم میزان تولید محصول را در بین محصولات باغی در ایران به خود اختصاص داده است (بی‌نام، ۱۳۹۲). کیفیت پایین آب آبیاری، pH بالا، شوری خاک، وفور کربنات‌کلسیم در خاک، فراوانی بی‌کربنات[1] آب آبیاری، میزان بسیار پایین مواد آلی، مصرف نامتعادل کودها و جایگذاری نادرست آن‌ها از جمله مشکلات اصلی تغذیه‌ای موجود در خاک‌های ایران می‌باشند (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۸۴). رسیدن به تولید محصول اقتصادی، نیازمند شناخت همه‌ی عوامل مؤثر در تشکیل میوه می‌باشد که عناصر غذایی یکی از حلقه‌های مهم این زنجیره هستند (متشرع زاده و همکاران، ۱۳۷۹). مصرف متعادل و بهینه کود در کنار استفاده از مواد آلی می‌تواند به افزایش تولید در واحد سطح، بهبود کیفیت محصول و افزایش عمر میوه‌دهی درختان میوه منجر شود (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۸۴). عدم استفاده از کودهای آلی و استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی در سال‌های اخیر، عامل کاهش چشمگیر میزان ماده آلی خاک‌های کشور بوده است (ناسوتی میاندوآب و همکاران، ۱۳۹۰). مواد هوموسی دارای وزن ذرات بین ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ دالتون هستند و به‌عنوان یکی از ترکیبات اصلی ماده آلی، حدود ۷۰-۶۰ درصد از کل ماده آلی را تشکیل می‌دهند (*اشنتزر و خان*[2]، 1972؛ عزیزی و جعفری‌صیادی، ۱۳۸۴). اسید هیومیک به‌عنوان یکی از اجزاء اصلی مواد هیومیکی، دارای رنگ قهوه‌ای تیره و حاوی عناصر گوگرد، ازت، فسفر، کلسیم، منیزیم، مس، روی و غیره می‌باشد (ناسوتی میاندوآب و همکاران، ۱۳۹۰). وجود مواد هیومیکی کافی در خاک، منجر به کاهش نیاز به مصرف عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برنامه کودی می‌شود (*پتیت*[3]، 2004). کاربرد اسید هیومیک به‌ویژه در خاک‌های فقیر و خاک‌های آهکی-قلیایی، سبب بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصول می‌شود (*راجپیر*[4] و همکاران، 2011). اثرات مختلف بیوشیمیایی در دیواره سلولی، سطح غشاء و سیتوپلاسم، افزایش میزان فتوسنتز و تنفس، سنتز پروتئین‌ها و داشتن فعالیت شبه‌هورمونی ازجمله تأثیرهای مستقیم مواد هیومیکی روی گیاه می‌باشند (*چن و اووید*[5]، 1990). تغذیه برگی اسید هیومیک می‌تواند سبب بهبود فتوسنتز و افزایش تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی ازجمله مقاومت به بیماری‌ها شود، به‌طوری‌که سیستم دفاعی گیاه را با افزودن آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و اسیدفنولیک افزایش می‌دهد (ناسوتی میاندوآب و همکاران، ۱۳۹۰). گزارش‌های زیادی مبنی بر تأثیر مثبت کاربرد اسید هیومیک روی محصولات مختلف وجود دارد، بنابراین هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر تغذیه برگی اسید هیومیک بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انار رقم اردستانی در زمان برداشت و هم‌چنین غلظت عناصر معدنی در برگ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت دو ساله در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار (یک درخت در هر تکرار) در شرکت طوس‌داشت واقع در شهرستان مه‌ولات در طی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به مرحله اجرا درآمد. بدین منظور، کود حاوی ۱۲-۱۰ درصد اسید هیومیک، در چهار سطح (صفر (تیمار شاهد)، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در طی دو مرحله‌ی تمام گل و یک ماه بعد از تمام گل، به‌صورت محلول‌پاشی مورد استفاده قرار گرفت. در این پژوهش درختچه‌های هشت ساله‌ی انار که به‌صورت چند تنه و در ردیف‌های منظم با فاصله ۵×۳ متر کاشته شده و به‌صورت قطره‌ای آبیاری می‌شدند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. محلول‌پاشی در ساعت‌های خنک روز و بدون وزش شدید باد و با استفاده از سم‌پاش موتوری پشتی ۲۵ لیتری انجام پذیرفت. برداشت میوه‌ها در سال اول در اول آبان ماه و در سال دوم در ۲۲ مهرماه انجام پذیرفت. جهت اندازه‌گیری عملکرد و تعداد میوه در هر درخت، در زمان برداشت تجاری محصول، میوه‌های هر درخت جداگانه برداشت، شمارش و توزین شدند. برای اندازه‌گیری شاخص‌های مختلف، از هر واحد آزمایشی چهار میوه به‌صورت تصادفی انتخاب گردید و اندازه‌گیری طول و قطر میوه به‌وسیله کولیس دیجیتالی انجام پذیرفت. هم‌چنین پس از جداسازی آریل‌ها از پوست هر میوه، وزن کل آریل‌ها و پوست هر میوه به‌وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد. عصاره ۱۰۰ گرم آریل به‌وسیله آب میوه‌گیری دستی گرفته شد و حجم آن اندازه‌گیری شده و براساس میلی‌لیتر در ۱۰۰ گرم آریل بیان

1. HCO_3
2. Schnitzer and Khan
3. Pettit
4. Rajpar
5. Chen and Aviad

www.SID.ir

Archive of SID

گردید. اسید قابل تیتر با روش تیتراسیون و مواد جامد محلول به‌وسیله دستگاه رفرکتومتر (قندسنج) دیجیتالی در دمای اتاق اندازه‌گیری شد.

عصاره میوه به‌مدت ۱۰ دقیقه با ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شده و از فاز بالایی عصاره‌ی حاصل، برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، کربوهیدرات کل، آنتوسیانین و فنل کل استفاده گردید. آنتوسیانین کل از روش اختلاف جذب در pHهای مختلف اندازه‌گیری شد (*گیوستی* و *رولستاد*[1]، 2001). میزان فنل کل براساس مقایسه میزان جذب ناشی از واکنش عصاره میوه با معرف فولین-سیوکالتیو[2] با محلول‌های استاندارد اسید گالیک اندازه‌گیری شد (*سینگلتن* و *روسی*[3]، 1965) و نتایج براساس میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم عصاره میوه بیان شد. هم‌چنین اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه با استفاده از محلول ۲ و ۲ دی‌فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل[4] در طول موج ۵۱۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام پذیرفت (*سان* و *هو*[5]، 2005). میزان کربوهیدرات کل عصاره میوه با استفاده از روش *ایریگوین*[6] و همکاران (1992) اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری غلظت عناصر غذایی در برگ‌ها، آماده‌سازی نمونه‌ها بر اساس روش *چاپمن* و *پرات*[7] (1961) انجام پذیرفت و غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ به‌ترتیب با استفاده از دستگاه کجلدال، اسپکتروفتومتر و فلیم‌فتومتری و کلسیم به روش کمپلکسومتری[8] اندازه‌گیری شد. هم‌چنین غلظت عناصر ریزمغذی آهن و روی در برگ به‌وسیله‌ی دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار[9] در سطح احتمال پنج درصد انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

عملکرد

نتایج نشان داد که محلول‌پاشی اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌دار عملکرد هر درخت شده است. با افزایش غلظت اسید هیومیک میزان عملکرد روند افزایشی داشته است، به‌طوری‌که کاربرد غلظت‌های ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش قابل توجه میزان عملکرد نسبت به تیمار شاهد شده است (جدول ۱). بیش‌ترین میزان عملکرد در هر دو سال، در درختان تیمار شده با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک مشاهده شد، به‌طوری‌که کاربرد غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک در سال‌های اول و دوم، به‌ترتیب موجب افزایش ۳۳/۶۰ و ۲۳/۶۵ درصدی در عملکرد نسبت به شاهد شد (جدول ۱). گزارش‌های زیادی در مورد تأثیر اسید هیومیک بر عملکرد محصولات مختلف ازجمله توت‌فرنگی (*شهاتا*[10] و همکاران، 2011)، زیتون (*لایلا*[11] و همکاران، 2013) و کیوی (*محمودی*[12] و همکاران، 2013) وجود دارد. اسید هیومیک سبب افزایش جذب عناصر، بهبود عناصر غذایی در بخش‌های مختلف گیاه و افزایش متابولیسم درون سلولی می‌شود، هم‌چنین از طریق بالا بردن میزان کلروفیل در برگ‌ها سبب ماندگاری بیشتر برگ‌ها و افزایش سرعت فتوسنتز شده که در نتیجه منجر به افزایش میزان عملکرد می‌شود (*ناردی*[13] و همکاران، 2002؛ *لیو*[14] و همکاران، 1998؛ *پنتن*[15] و همکاران، 1999). اسید هیومیک از طریق درگیر بودن در مکانیسم‌های تنفس سلولی، فتوسنتز، سنتز پروتئین، جذب آب و مواد غذایی و فعالیت‌های آنزیمی سبب تحریک رشد و افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (*ناردی* و همکاران، 1996؛ *آلبوزیو*[16] و همکارن، 1986؛ *چن*[17] و همکاران، 2004؛ *واقان و مالکولم*[18]، 1985).

تعداد میوه

نتایج نشان داد که محلول‌پاشی اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌دار تعداد میوه در هر درخت شده است. براساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۱)، بیش‌ترین (۶۹ و ۷۱/۷) و کم‌ترین (۴۴/۶ و ۵۳/۵) میانگین تعداد میوه در هر درخت در هر دو

1. Giusti and Wrolstad
2. Folin-Ciocalteu
3. Singelton and Rossi
4. 2, 2-diphenyl-1-picryl hydrazyl (DPPH)
5. Sunand Ho
6. Irigoyen
7. Chapman and Pratt
8. Complexometric
9. LSD
10. Shehata
11. Laila
12. Mahmoudi
13. Nardi
14. Liu
15. Pinton
16. Albuzio
17. Chen
18. Vaughan and Malcolm

www.SID.ir

Archive of SID

سال به‌ترتیب در اثر تغذیه برگی اسید هیومیک با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار شاهد حاصل شد. در اثر افزایش غلظت اسید هیومیک روند افزایشی در تعداد میوه در هر درخت در هر دو سال مشاهده شد ولی تنها بالاترین غلظت اسید هیومیک (۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) تفاوت معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان داد (جدول ۱).

کاربرد اسید هیومیک همراه با تیمارهای آبیاری در طی دو فصل رشد سبب افزایش عملکرد و تعداد میوه و هم‌چنین کاهش درصد ریزش میوه انار نسبت به تیمار شاهد شده است (*خطاب*[1] و همکاران، 2012). در مطالعه دیگری، کاربرد اسید هیومیک سبب افزایش تشکیل میوه، تعداد میوه در هر شاخه و تعداد میوه در هر درخت نارنگی شده است (*تاحیرا*[2] و همکاران، 2013). اسید هیومیک توانایی گیاهان را برای نگه‌داشتن نیتروژن به تنهایی و یا همراه با دیگر عناصر ریز و درشت مغذی افزایش می‌دهد، که این افزایش در میزان نیتروژن، سبب افزایش تشکیل میوه و نهایتاً افزایش عملکرد می‌شود (*تاحیرا* و همکاران، 2013؛ *نیکبخت*[3] و همکاران، 2008).

اندازه و وزن میوه

براساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، کاربرد اسید هیومیک بر میانگین وزن و اندازه میوه تأثیر معنی‌داری داشت. در سال اول بزرگ‌ترین (بیش‌ترین طول و قطر) و سنگین‌ترین میوه‌ها در اثر کاربرد غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد، درحالی‌که کوچک‌ترین و سبک‌ترین میوه‌ها در درختان تیمار شده با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک مشاهده شد، به‌طوری‌که میانگین وزن میوه‌ها در سال اول در اثر کاربرد غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر حتی از میوه‌های حاصل از تیمار شاهد کمتر بود، کاهش در میانگین وزن میوه‌ها در سال دوم نیز مشاهده شد ولی اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج هم‌چنین نشان داد که تغذیه برگی اسید هیومیک در هر دو سال بر قطر گلوی میوه، ضخامت پوست و ترکیدگی میوه، درصد آریل و پوست، نسبت آریل به پوست، وزن ۱۰۰ آریل و عصاره میوه تأثیر معنی‌داری نداشته است (جدول‌های ۲ و ۳). کاهش میانگین وزن میوه‌ها در اثر کاربرد بالاترین غلظت اسید هیومیک در سال اول می‌تواند به‌دلیل افزایش قابل‌توجه تعداد میوه در هر درخت نسبت به بقیه تیمارها باشد، که این افزایش در تعداد میوه سبب کاهش تخصیص و جذب مواد غذایی توسط میوه‌ها و در نتیجه منجر به کاهش اندازه و وزن میوه شده است.

نتایج نشان‌دهنده‌ی تأثیر مثبت غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بر اندازه و میانگین وزن میوه می‌باشد. گزارش‌هایی در مورد تأثیر اسید هیومیک بر اندازه میوه زیتون (*لایلا* و همکاران، 2013) و افزایش طول و قطر خوشه انگور (پوزشی و همکاران، ۱۳۹۰) وجود دارد. *محمودی* و همکاران (2013) با بررسی تأثیر اسید هیومیک و پرولین روی درخت کیوی بیان کردند که فعالیت شبه‌هورمونی اکسینی و سایتوکنینی اسیدهای آلی سبب افزایش تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها و در نتیجه منجر به افزایش طول، قطر و وزن میوه می‌شود. اسید هیومیک با افزایش دادن قابلیت نفوذپذیری غشاء موجب بهبود جذب عناصر غذایی می‌شود (ناسوتی میاندوآب و همکاران، ۱۳۹۰). افزایش اندازه و وزن حبه‌های انگور در اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک را به جذب بیشتر مواد غذایی توسط درخت انگور و فعالیت شبه‌هورمونی (جیبرلینی، اکسینی و سایتوکنینی) اسید هیومیک نسبت داده‌اند (*فرارا و برونتی*[4]، 2010).

خصوصیات بیوشیمیایی عصاره میوه

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش غلظت اسید هیومیک میزان مواد جامد محلول و pH عصاره میوه روند افزایشی و اسید قابل تیتر روند کاهشی داشته است (جدول‌های ۳ و ۴). از نظر میزان مواد جامد محلول در هر دو سال، غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک تفاوت معنی‌داری را با دو تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد نشان داد. هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین میزان اسید قابل تیتر در هر دو سال به‌ترتیب در اثر تیمارهای شاهد و غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد. از نظر شاخص طعم میوه تیمارهای ۲۰۰۰ و۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک تفاوت معنی‌داری را با دو تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد نشان دادند. نتایج شاخص طعم میوه نشان داد که افزایش مواد جامد محلول و کاهش معنی‌دار اسید قابل تیتر منجر به افزایش شاخص طعم میوه شده است. pH عصاره میوه تنها در سال اول تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک قرار گرفت. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار pH به‌ترتیب در اثر تیمارهای ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و تیمار شاهد به‌دست آمد.

1. Khattab
2. Tahira
3. Nikbakht
4. Ferrara and Brunetti

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: اثر محلول‌پاشی برگی اسید هیومیک بر عملکرد، تعداد میوه در هر درخت، میانگین وزن میوه، طول میوه و قطر میوه انار در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

Table 1: Effects of foliar spray of humic acid on yield, number of fruit per tree, average fruit weight, fruit length and fruit diameter in pomegranate in 2014 and 2015

قطر میوه (میلی‌متر) Fruit diameter (mm)		طول میوه (میلی‌متر) Fruit length (mm)		میانگین وزن میوه (گرم) Average fruit weight (g)		تعداد میوه در هر درخت Number of fruit per tree		عملکرد (کیلوگرم در درخت) Yield (kg/tree)		تیمار Treatment
2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	
73.64[b]	76.52[a]	74.44[b]	79.26[a]	259.97[ab]	284.54[a]	44.60[b]	53.50[b]	11.596[b]	15.223[b]	شاهد Control
73.71[b]	79.09[a]	76.14[ab]	81.04[a]	261.69[ab]	294.17[a]	45.50[b]	55.25[b]	11.907[b]	16.253[ab]	۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 1000 (mg/L)
81.78[a]	79.83[a]	80.88[a]	83.61[a]	296.23[a]	304.77[a]	51.00[b]	59.25[b]	15.108[a]	18.058[a]	۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 2000 (mg/L)
72.56[b]	75.95[a]	72.76[b]	79.46[a]	224.53[b]	262.53[a]	69.00[a]	71.70[a]	15.493[a]	18.824[a]	۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 3000 (mg/L)

*: میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

*: Means with the same letters in each column are not significantly different using least significant difference (LSD) test at $p < 0.05$

جدول ۲: اثر محلول‌پاشی برگی اسید هیومیک بر قطر گلوی میوه، ترکیدگی میوه، درصد آریل، درصد پوست و نسبت آریل به پوست میوه انار در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

Table 2: Effects of foliar spray of humic acid on fruit neck diameter, fruit cracking, aril percentage, peel percentage and aril/peel ratio in pomegranate fruit in 2014 and 2015

نسبت آریل به پوست Aril/peel ratio		درصد پوست (درصد) Peel percentage (%)		درصد آریل (درصد) Aril percentage (%)		ترکیدگی میوه در هر درخت Fruit creaking per tree		قطر گلوی میوه (میلی‌متر) Fruit neck diameter (mm)		تیمار Treatment
2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	
1.16[a]	1.33[a]	46.18[a]	42.75[a]	53.82[a]	57.25[a]	3.00[a]	4.20[a]	19.90[a]	19.00[a]	شاهد Control
1.17[a]	1.39[a]	46.05[a]	41.73[a]	53.95[a]	58.27[a]	3.00[a]	4.00[a]	19.70[a]	20.02[a]	۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 1000 (mg/L)
1.22[a]	1.43[a]	45.03[a]	41.15[a]	54.97[a]	58.85[a]	2.50[a]	4.00[a]	20.40[a]	20.58[a]	۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 2000 (mg/L)
1.30[a]	1.40[a]	43.45[a]	41.53[a]	56.55[a]	58.47[a]	2.70[a]	3.70[a]	20.60[a]	20.00[a]	۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 3000 (mg/L)

*: میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

*: Means with the same letters in each column are not significantly different using least significant difference (LSD) test at $p < 0.05$

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳: اثر محلول‌پاشی برگی اسید هیومیک بر وزن ۱۰۰ آریل، عصاره ۱۰۰ گرم آریل، ضخامت پوست میوه، مواد جامد محلول و اسید قابل تیتر میوه انار در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

Table 3: Effects of foliar spray of humic acid on weight of 100 arils, juice of 100 g arils, peel thickness, total soluble solids and titratable acidity in pomegranate fruit in 2014 and 2015

اسید قابل تیتر (درصد) Titratable acidity (%)		مواد جامد محلول (درصد) Total soluble solids (%)		ضخامت پوست میوه (میلی‌متر) Peel thickness (mm)		عصاره ۱۰۰ گرم آریل (میلی‌لتر) Juice of 100g arils (ml)		وزن ۱۰۰ آریل (گرم) Weight of 100 arils (g)		تیمار Treatment
2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	
1.87^{a}	1.81^{a}	15.87^{C}	16.50^{c}	22.02^{a}	22.20^{a}	61.12^{a}	62.50^{a}	37.05^{a}	36.98^{a}	شاهد Control
1.82^{ab}	1.74^{a}	16.32^{bC}	16.75^{bc}	22.30^{a}	23.30^{a}	61.25^{a}	63.25^{a}	37.44^{a}	38.02^{a}	۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 1000 (mg/L)
1.59^{b}	1.54^{b}	17.42^{ab}	17.50^{ab}	22.40^{a}	24.40^{a}	61.50^{a}	64.50^{a}	38.24^{a}	38.21^{a}	۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 2000 (mg/L)
1.27^{c}	1.43^{b}	17.92^{a}	17.87^{a}	22.40^{a}	24.20^{a}	62.62^{a}	64.75^{a}	37.90^{a}	37.38^{a}	۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 3000 (mg/L)

*: میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

*: Means with the same letters in each column are not significantly different using least significant difference (LSD) test at $p < 0.05$

جدول ۴: اثر محلول‌پاشی برگی اسید هیومیک بر شاخص طعم میوه pH، آنتوسیانین کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، کربوهیدرات کل و فنل کل میوه انار در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

Table 4: Effects of foliar spray of humic acid on taste index, pH, total anthocyanin, antioxidant activity, total carbohydrate and total phenol in pomegranate fruit in 2014 and 2015

فنل کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) Total phenol (mg 100g^{-1} FW)		قند کل (گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) Total carbohydrate (g 100g^{-1} FW)		ظرفیت آنتی اکسیدانی (درصد) Antioxidant activity (%)		آنتوسیانین کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه) Total anthocyanin (mg 100g^{-1} FW)		اسیدیته pH		شاخص طعم Taste index		تیمار Treatment
2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	
406.508^{a}	406.661^{a}	14.012^{a}	14.230^{b}	23.93^{a}	24.37^{a}	7.515^{a}	7.425^{b}	3.50^{b}	3.71^{a}	8.48^{c}	9.11^{b}	شاهد Control
406.529^{a}	406.744^{a}	14.095^{a}	14.370^{b}	24.76^{a}	24.59^{a}	7.535^{a}	7.562^{b}	3.51^{b}	3.73^{a}	8.96^{c}	9.62^{b}	۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 1000 (mg/L)
407.625^{a}	407.841^{a}	14.890^{a}	15.060^{ab}	25.02^{a}	25.23^{a}	7.972^{a}	8.245^{a}	3.88^{a}	4.01^{a}	10.95^{b}	11.36^{a}	۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 2000 (mg/L)
407.951^{a}	408.536^{a}	14.970^{a}	15.360^{a}	26.59^{a}	26.26^{a}	8.007^{a}	7.705^{ab}	4.10^{a}	4.14^{a}	14.11^{a}	12.49^{a}	۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 3000 (mg/L)

*: میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

*: Means with the same letters in each column are not significantly different using least significant difference (LSD) test at $p < 0.05$

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵: اثر محلول‌پاشی برگی اسید هیومیک بر غلظت عناصر معدنی در برگ انار در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

Table 5: Effects of foliar spray of humic acid on pomegranate leaf mineral concentrations in 2014 and 2015

روی (میلی‌گرم در کیلوگرم) Zn (mg/kg)		آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم) Fe (mg/kg)		کلسیم (درصد) Ca (%)		پتاسیم (درصد) K (%)		فسفر (درصد) P (%)		نیتروژن (درصد) N (%)		تیمار Treatment
2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	
15.37^{c}	17.02^{b}	144.1^{a}	154.1^{a}	1.98^{a}	1.95^{a}	0.87^{c}	0.92^{b}	0.118^{a}	0.122^{a}	1.84^{b}	1.96^{b}	شاهد Control
16.4^{b}	17.07^{b}	147.7^{a}	156.6^{a}	2.02^{a}	1.97^{a}	0.89^{bc}	0.94^{b}	0.109^{ab}	0.117^{a}	1.9^{b}	1.98^{b}	۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 1000 (mg/L)
19.15^{a}	18.96^{a}	155.1^{a}	158.2^{a}	2.37^{a}	2.10^{a}	0.99^{ab}	1.09^{a}	0.102^{b}	0.113^{a}	2.05^{ab}	2.24^{a}	۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 2000 (mg/L)
18.95^{a}	18.82^{a}	154.5^{a}	163.2^{a}	2.31^{a}	2.19^{a}	1.01^{a}	1.08^{a}	0.097^{b}	0.111^{a}	2.31^{a}	2.37^{a}	۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر 3000 (mg/L)

*: میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

*: Means with the same letters in each column are not significantly different using least significant difference (LSD) test at $p < 0.05$

www.SID.ir

Archive of SID

مواد جامد محلول و اسید قابل تیتر به‌عنوان دو شاخص مهم بیوشیمیایی میوه انار هستند. وارسته و همکاران (۱۳۸۷) تغییرات فصلی شاخص‌های فیزیکوشیمیایی میوه انار رقم ملس ترش ساوه را مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که در طول دوره رشد و نمو میوه، میزان مواد جامد محلول و شاخص طعم میوه روند افزایشی و اسید قابل تیتر روند کاهشی داشته‌اند، هم‌چنین بین مقدار مواد جامد محلول و اسید قابل تیتر برای تعیین زمان مطلوب برداشت میوه همبستگی وجود داشته است. گزارش‌های متناقضی در مورد تأثیر اسید هیومیک بر میزان مواد جامد محلول، اسید قابل تیتر و شاخص رسیدگی میوه‌های مختلف وجود دارد. به‌طوری‌که در اثر کاربرد اسید هیومیک، افزایش مواد جامد محلول و کاهش اسید قابل تیتر میوه‌های پرتقال و انار (*ال-حمید*[1]، 2012؛ *خطاب* و *شابان*[2]، 2014) و از طرف دیگر افزایش اسید قابل تیتر و شاخص بلوغ میوه انگور گزارش شده است (*فرارا* و *برونتی*، 2010). وجود مواد شبه‌هورمونی ازجمله ایندول‌استیک‌اسید در اسید هیومیک به اثبات رسیده است. اسید هیومیک ضمن داشتن فعالیت شبه‌هورمونی، فتوسنتز و تنفس را تحت تأثیر قرار می‌دهد (*فرارا* و *برونتی*، 2010؛ *موسکولو*[3] و همکاران، 1998؛ *ناردی* و همکاران، 2000، 2002). افزایش در میزان مواد جامد محلول در اثر کاربرد اسید هیومیک را می‌توان به تأثیر اسید هیومیک در بهبود فتوسنتز و جذب کربوهیدرات‌ها توسط میوه‌ها نسبت داد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و آنتوسیانین کل

براساس نتایج جدول مقایسه میانگین، محلول‌پاشی اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه نداشت (جدول ۴). کاربرد اسید هیومیک در سال دوم سبب افزایش میزان آنتوسیانین کل شده درحالی‌که در سال اول تأثیر قابل‌توجهی نداشت. بیش‌ترین میزان آنتوسیانین کل عصاره میوه در اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک با غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمده که تفاوت معنی‌داری را نسبت به تیمارهای ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و شاهد نشان داد. کاربرد اسید هیومیک سبب افزایش میزان آنتوسیانین کل میوه‌های هلو (*عبد ال-رازک*[4] و همکاران، 2012) و انار (*خطاب* و *شابان*، 2014) شده است. گزارش شده که ورمی‌کمپوست به‌دلیل مقدار بالای اسید هیومیک آن می‌تواند سبب سنتز ترکیبات فنلی مثل آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها در سبزیجات شود (*تئونیسین*[5] و همکاران، 2010). خصوصیات شبه‌جیبرلینی مواد هیومیکی سبب تحریک آنزیم آلفا آمیلاز، افزایش کربوهیدرات و آنتوسیانین شده است (ادریسی، ۱۳۸۸).

کربوهیدرات کل و فنل کل

نتایج نشان داد که محلول‌پاشی اسید هیومیک سبب افزایش کربوهیدرات کل عصاره میوه شده ولی تأثیر معنی‌داری بر میزان فنل کل نداشت. محلول‌پاشی اسید هیومیک در سال اول تأثیری بر میزان کربوهیدرات کل نداشت و تنها در سال دوم سبب افزایش معنی‌دار کربوهیدرات کل شده است (جدول ۴). با افزایش غلظت اسید هیومیک میزان کربوهیدرات کل عصاره میوه افزایش یافت، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان کربوهیدرات کل در اثر محلول‌پاشی بالاترین غلظت اسید هیومیک (۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به‌دست آمد. این نتایج با نتایج به‌دست آمده روی درختان پرتقال (*ال-حمید*، 2014) و انار (*خطاب* و *شابان*، 2014) مبنی بر افزایش قند کل میوه در اثر کاربرد اسید هیومیک مطابقت دارد.

اسید هیومیک سبب کاهش مقدار نشاسته و افزایش آنزیم آلفا-آمیلاز در برگ می‌شود (*مرلول*[6] و همکاران، 1991). نشاسته به‌دلیل متابولیسم سلولی به واحدهای کوچک‌تر شکسته شده که نتیجه آن تجمع قندهای محلول در سلول می‌باشد (*بدر*[7] و همکاران، 2003). رابطه مثبتی بین کاربرد اسید هیومیک و افزایش قند کل و قندهای احیایی و غیراحیایی گزارش شده است. افزایش در میزان کربوهیدرات کل در پاسخ به کاربرد اسید هیومیک را می‌توان به تشکیل مقادیر زیادی از فرم‌های مختلف کربوهیدرات‌ها درون برگ و میوه‌ها نسبت داد که سپس به قندهایی مثل گلوکز و ساکاروز تبدیل می‌شوند (*تاحیرا* و همکاران، 2013). نتایج نشان داد که هرچند اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری بر میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه انار نداشت ولی رابطه خطی و مثبت بین آن‌ها مشاهده شد، که با نتایج *گیل*[8] و همکاران (2000) مطابقت دارد. تاتاری و همکاران (۱۳۹۰) ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی یازده رقم تجاری انار مورد بررسی قرار دادند و رابطه خطی بین میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را گزارش کردند.

1. El-Hamied
2. Khattab and Shaban
3. Muscolo
4. Abd El-Razek
5. Theunissen
6. Merlol
7. Badr
8. Gil

www.SID.ir

Archive of SID

عناصر غذایی در برگ

نتایج نشان داد که محلول‌پاشی اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌دار غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم و روی و کاهش غلظت فسفر در برگ شده است، درحالی‌که تأثیری بر غلظت عناصر کلسیم و آهن در برگ نداشت. افزایش در غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم و روی در برگ در هر دو سال مشاهده شد، درحالی‌که کاهش غلظت فسفر در برگ تنها در سال اول معنی‌دار بوده و در سال دوم هرچند با افزایش غلظت اسید هیومیک میزان فسفر برگ نسبت به تیمار شاهد روند کاهشی نشان داد ولی از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۵). کاربرد اسید هیومیک سبب افزایش غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و منگنز در برگ پرتقال (*ال-حمید*، 2014) و غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ هلو شده است (عبد *ال-رازک* و همکاران، 2012). بنابراین نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج به‌دست آمده روی درختان پرتقال و هلو مبنی بر افزایش غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم و روی در اثر کاربرد اسید هیومیک مطابقت دارد، ولی در مورد افزایش غلظت فسفر تناقض دارد. در پژوهش دیگری، تأثیر کودهای آلی و معدنی بر غلظت عناصر در برگ زیتون موردبررسی قرار گرفته و گزارش شده که در اثر کاربرد اسید هیومیک همراه با نیتروژن در سال اول تنها میزان عنصر روی در برگ افزایش یافت و در سال دوم میزان کلسیم و منگنز برگ افزایش و نیتروژن و آهن کاهش یافته است (*هارتلی*[1]، 2012). گزارش شده که هرچند محلول‌پاشی مواد هیومیکی سبب تحریک رشد شاخه‌ها و تجمع عناصر پتاسیم، بور، منیزیم، کلسیم و آهن در برگ می‌شود، ولی زمانی‌که مقدار ازت و پتاسیم برگ کمتر ازحد کفایت بوده، محلول‌پاشی مواد هیومیکی تأثیری روی تجمع این عناصر در برگ نداشته است (*فرناندز-اسکوبار*[2]، 1996).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که دو بار محلول‌پاشی اسید هیومیک سبب بهبود عملکرد و کیفیت میوه انار شده است. اسید هیومیک سبب افزایش میزان عملکرد، تعداد میوه، میانگین وزن و اندازه میوه شده است. هم‌چنین تغذیه‌برگی اسید هیومیک سبب افزایش مواد جامد محلول، pH، آنتوسیانین کل، کربوهیدرات کل و کاهش اسید قابل تیتر نسبت به تیمار شاهد گردید. نتایج هم‌چنین نشان داد که محلول‌پاشی اسید هیومیک بر برخی از شاخص‌های اندازه‌گیری شده ازجمله ترکیدگی میوه، ضخامت پوست، قطر گلوی میوه، درصد آریل و پوست، نسبت آریل به پوست، وزن ۱۰۰ آریل، عصاره میوه، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل عصاره میوه تأثیر معنی‌داری نداشته است.

سپاس‌گزاری

این تحقیق در قالب طرح پژوهشی به شماره ۳/۳۲۱۹۹ با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شده است. بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی به خاطر حمایت مالی و هم‌چنین از مدیر و پرسنل محترم شرکت طوس داشت شهرستان مه‌ولات به خاطر همکاری در اجرای طرح صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

ادریسی، ب. ۱۳۸۸. فیزیولوژی پس از برداشت گل‌های شاخه بریده. انتشارات پیام دیگر. ۱۵۰ صفحه.

بابالار، م. و پیرمرادیان، م. ۱۳۸۷. تغذیه درختان میوه. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰۱ صفحه.

بی‌نام. ۱۳۹۲. آمارنامه کشاورزی، جلد سوم: محصولات باغی. ۱۳۸ صفحه.

پوزشی، ر.، ذبیحی ح. ر.، رمضانی مقدم، م. ر.، رجب‌زاده، م. و مختاری، آ. ۱۳۹۰. اثر محلول‌پاشی روی، اسید هیومیک و اسید استیک بر عملکرد، اجزاء عملکرد و غلظت عناصر در انگور رقم پیکانی. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵ (۳): ۳۵۱-۳۶۰.

تاتاری، م.، فتوحی قزوینی، ر.، قاسم‌نژاد، م.، موسوی، س. ا. و طباطبائی، س. ض. ۱۳۹۰. ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیائی میوه تعدادی از ارقام انار در شرایط آب و هوایی ساوه. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲۷ (۱۹): ۶۹-۸۷.

زمانی، ذ. ۱۳۶۹. بررسی مهم‌ترین خصوصیات و مشخصات انارهای ساوه و مرکزی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد علوم باغبانی. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۱۸۳ صفحه.

عزیزی، پ. و جعفری صیادی، ع. ر. (ترجمه). ۱۳۸۴. مواد هوموسی. تالیف پروفوسور ولفانگ تسیشمن. انتشارات دانشگاه گیلان. ۳۳۸ صفحه.

1. Hartley

2. Fenandez-Escobar

www.SID.ir

Archive of SID
فاطمی، ح.، عامری، ع.، امینی‌فرد، م. ح. و آرویی، ح. ۱۳۹۰. تأثیر اسیدهیومیک بر اسانس و خصوصیات رویشی در ریحان. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی.

متشرع زاده، ب.، ملکوتی م. ج. و ارزانی، ک. ۱۳۷۹. افزایش تشکیل و کاهش ریزش میوه از طریق محلول‌پاشی ازت، روی و بُر در برخی ارقام گیلاس (قسمت سوم). مجله خاک و آب (ویژه‌نامه باغبانی)، ۱۲ (۸): ۱۲۵-۱۱۷.

ملکوتی، م. ج. و طباطبایی، س. ج. ۱۳۸۴. تغذیه صحیح درختان میوه در خاک‌های آهکی ایران. انتشارات سنا. ۳۰۴ صفحه.

ملکوتی، م. ج. و طهرانی، م. م. ۱۳۸۴. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تأثیر کلان). چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۳۹۸ صفحه.

ناسوتی میاندوآب، ر.، سماوات، س. و تهرانی، م. م. ۱۳۹۰. خواص کود اسید هیومیک بر گیاه و خاک. ماهنامه کشاورزی و غذا، ۱۰۱: ۵۵-۵۳.

وارسته، ف.، ارزانی، ک. و زمانی، ذ. ۱۳۸۷. بررسی تغییرات فصلی فیزیکوشیمیایی میوه انار (*Punica granatum*) رقم ملس ترش ساوه. مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران)، ۳۹ (۱): ۲۹-۳۸.

Abd El-Razek, E., Abd-Allah, A. S. E. and Saleh, M. M. S. 2012. Yield and fruit quality of Florida prince peach trees as affected by foliar and soil applications of humic acid. Journal of Applied Sciences Research, 8 (12): 5724-5729.

Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P. and Zocchi, G. 1998. The effect of humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. Journal of Plant Nutrition, 21: 561-575.

Albuzio, A., Ferrari, G. and Nardi, S. 1986. Effects of humic substances on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. Canadian Journal of Soil Science, 66 (4): 731-736.

Ashraf, M. W., Saqib, N. and Sarfraz, T. B. 2005. Biological effect of bio-fertilizer humic acid on Mung beans (*Vigna radiate* L.). Journal of Biology and Biotechnology, 2 (3): 737-739.

Atiyeh, R. M., Lee, S., Edwards, C. A., Arancon, N. Q. and Metzger, J. D. 2002. The influence of humic acid derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresearch Technology, 84 (1): 7-14.

Badr, A. C., Genet, P., Dunand, F. V., Toussaint, M. L., Epron, D. A. and Badot, P. M. 2003. Effect of copper on growth in cucumber plants and its relationships with carbohydrate accumulation and change in ion contents. Plant Science, 166: 1213-1218.

Baldi, E., Toselli, M. and Marangoni, B. 2010. Nutrient partitioning in potted peach (*Prunus persica* L.) trees supplied with mineral and organic fertilizers. Journal of Plant Nutrition, 33: 2050-2061.

Cangi, R., Tarakcioglu, C. and Yasar, H. 2006. Effect of humic acid applications on yield, fruit characteristics and nutrient uptake in ercis grape (*Vitis vinifera* L.) cultivar. Asian Journal Chemistry, 18: 1493-1499.

Chapman, H. D. and Pratt, P. F. 1961. Methods of analysis for soils, plants and water. University of California, Berkelery, CA, USA. 309p.

Chen, Y. and Aviad, T. 1990. Effects of humic substance on plant growth. In MacCarthy. Clapp, C. E., Malcolm, R. L. and Bloom, P. R. (eds). Humic substances in soil and crop sciences. madison: selected readings, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, 161-186.

Chen, Y., De Nobili, M. and Aviad, T. 2004. Stimulatory effect of humic substances on plant growth. In 'Soil organic matter in sustainable agriculture'. (Eds Magdoff, F. and Weil, R. R.), 103-130.

Crozier, A., Jaganath, I. B. and Clifford, M. N. 2006. Phenols, polyphenols and tannins: an overview. In Crozier, A., Clifford, M. N. and Ashihara, H. (eds). Plant secondary metabolites: Occurrence, structure and role in the human diet. Blackwell Publishing, 1-24.

El-Hamied, S. A. A. 2014. Response of Valencia orange to some natural and synthetic soil conditioners under north sinai (Egypt) conditions. International Journal of Advanced Research, 2 (11): 802-810.

Fenandez-Escobar, R., Benlloch, M., Barranco, D., Duenas, A. and Guterrez Ganan, J. A. 1996. Response of olive trees to folk application of humic substances extracted from leonardite. Scientia Horticulture, 66: 191-200.

Ferrara, G. and Brunetti, G. 2010. Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Italia. Spanish Journal of Agricultural Research, 8 (3): 817-822.

Gil, M. I., Tomas-Barberan, F. A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M. and Kader, A. A. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 4581-4589.

Giusti, M. M. and Wrolstad, R. E. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by uv-visible spectroscopy. In: Wrolstad, R. E. and Schwartz, S. J. (eds). Current Protocols in Food Analytical Chemistry. John Wiley and Sons, New York. 1-13.

Hartley, R. D. 2012. Response of picual olive young trees to mineral, organic nitrogen fertilization and some other treatments. International Journal of Agriculture and Environment, 3 (3): 1-8.

Irigoyen, J. J., Emerich, D. W. and Sanchez-Diaz, M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarum, 84: 55-60.

Khaled, H. and Fawy, H. A. 2011. Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. Soil and Water Research, 6 (1): 21-29.

www.SID.ir

Archive of SID
Khattab, M. M. and Shaban, A. E. 2014. Effect of humic acid and amino acids on pomegranate trees under deficit irrigation. II: fruit quality. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 14 (9): 941-948.

Khattab, M. M., Shaban, A. E., El-Shrief, A. H. and El-Deen Mohamed, A. S. 2012. Effect of humic acid and amino acids on pomegranate trees under deficit irrigation. I: growth, flowering and fruiting. Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants, 4 (3): 253-259.

Laila, F. H., Shahin, M. F. M., Afifi, M., Mahdy, H. A. and El-Hady, E. S. 2013. Effect of spraying humic acid during fruit set stage on fruit quality and quantity of picual olive trees grown under sinai condition. Journal of Applied Sciences Research, 9 (3): 1484-1489.

Liu, C., Cooper, R. J. and Bowman, D. C. 1998. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. HortScience, 33 (6): 1023-1025.

Mackowiak, C., Grossl, P. and Bugbee, B. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Journal of American Society for Soil Sciences, 65 (6): 1744-1750.

Mahmoudi, M., Samavat, S., Mostafavi, M., Khalighi, A. and Cherati, A. 2013. The effects of proline and humic acid on quantitative properties of kiwifruit. International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 6 (8): 1117-1119.

Mansour, A. E. M. and Shaaban, E. A. 2007. Effect of different source of mineral N applied with organic and biofertilizers on fruiting of Washington Navel orange tree. Journal of Applied Sciences Research, 3 (8): 764-769.

Merlol, L., Ghisil, R., Passeral, N. and Rascio, C. 1991. Effects of humic substances on carbohydrate metabolism of maize leaves. Canadian Journal of Plant Science, 71: 419-425.

Muscolo, A., Cutrupi, S. and Nardi, S. 1998. IAA detection in humic substances. Soil Biology and Biochemistry, 30: 1199-1201.

Nardi, S., Concheri, G. and Dell'agnola, G. 1996. Biological activity of humus. In Piccolo, A. (ed). Humic substances in terrestrial ecosystems. Elsevier, the Netherlands, 361-406.

Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34: 1527-1536.

Nardi, S., Pizzeghello, D., Reniero, F. and Rascio, N. 2000. Chemical and biochemical properties of humic substances isolated from forest soils and plant growth. Soil Science Society of America Journal, 64: 639-645.

Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y. P., Luo, A. and Etemadi, N. A. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera. Journal of Plant Nutrition, 31 (12): 2155-2163.

Ozdamarullu, H. U., Nlu, H., Karakurt, Y. and Padem, H. 2011. Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber. Scientific Research and Essays, 6 (13): 2800-2803.

Pettit, R. E. 2004. Organic matter, humus, humate, humic acid, fulvic acid and humin: Their importance in soil fertility and plant health (online). Available at www.humate.info/mainpage. htm.

Phuong, M., Nguyen, E. M. and Niemeyer, K. E. D. 2010. Potassium rate alters the antioxidant capacity and phenolic concentration of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. Food Chemistry, 123: 1235-1241.

Pinton, R., Cesco, S., Lacolettig, G., Astolfi, S. and Varanine, Z. 1999. Modulation of NO_3-uptake by water-extractable humic substance: involvement of root plasma membrane H^+Atpase. Plant and Soil, 215: 155-161.

Rajpar, M., Bhatti, B., Zia-ul-hassan, A., Shah, A. N. and Tunio, S. D. 2011. Humic acid improves growth, yield and oil content of *Brassica comestris* L. Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences, 27 (2): 125-133.

Saruhan, V., Kusvuran, A. and Kokten, K. 2011. The effect of different replications of humic acid fertilization on yield performances of common vetch (*Vicia sativa* L.). African Journal of Biotechnology, 10 (29): 5587-5592.

Schnitzer, M. and Khan, S. U. 1972. Humic Substances in the Environment. 334 p.

Shehata, S., Gharib, A., Mohamed, A. A., El-Mogy, M., Abdel Gawad, K. F. and Shalaby, E. A. 2011. Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. Journal of Medicinal Plants Research, 5 (11): 2304-2308.

Singleton, V. L. and Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16: 144-158.

Sun, T. and Ho, C. T. 2005. Antioxidant activity of buck wheat extracts. Food Chemistry, 90: 743-749.

Susilawati, K., Ahmed, O. H., Nik-Muhammad, A. M. and Khanif, M. Y. 2009. Effect of organic based N fertilizer on dry matter (*Zea mays* L.), ammonium and nitrate recovery in an acid soil of Sarawak, Malaysia. American Journal of Applied Science, 6 (7): 1282-1287.

Tahira, A., Saeed, A., Muhammad, A., Muhammad, A. S., Muhammad, Y., Rashad, M. B., Muhammad, A. P. and Sumaira, A. 2013. Effect of humic and application at different growth stages of kinnow mandarin (*Citrus reticulate* Blanco) on the basis of physio-biochemical and reproductive responses. Academia Journal of Biotechnology, 1 (1): 014-020.

Theunissen, J. P., Ndakidemi, A. and Laubscher, C. P. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. International Journal of the Physical Sciences, 5 (13): 1964-1973.

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.) seedlings under saline soil conditions. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil and Plant Science. 54: 168-174.

www.SID.ir

Archive of SID
Vaughan, D. and Malcolm, R. E. 1985. Influence of humic substances on growth and physiological process. in: Vaughan, D. and Malcolm, R. E. (eds.), Soil Organic Matter and Biological Activity. Martinus-Nijhoff, Boston, MA, USA. 37-75.

Yildirim, E. 2007. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 57: 182-186.

Zaky, M. H., Zoah, E. L. and Ahmed, M. E. 2006. Effects of humic acids on growth and productivity of bean plants grown under plastic low tunnels and open field. Egyptian Journal of Applied Sciences, 21 (4): 582-596.

Zare, M. 2011. Effect of foliar application of algarin, derin and humic acid on flowering, quantitative and qualitative characteristics of strawberry fruit cv. salva. MSc Thesis in Horticultural Sciences. 96 p.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Humic Acid on Some Physical and Chemical Characteristics of Pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani)

Davarpanah[1], S., Tehranifar[2*], A., Davarynejad[2], G. H., Abadía[3], J. and Khorasani[4], R.

Abstract

In order to evaluate the effect of foliar spray of humic acid on the yield and quality characteristics of pomegranate fruit, an experiment was carried out using a randomized complete block design with four replicates in Mahvalat city during 2014 and 2015. Foliar sprays of humic acid were carried out at four concentrations (0 (control treatment), 1000, 2000 and 3000 mg/L^{-1}) at two stages, full bloom and one month after full bloom. Results obtained showed that humic acid sprays had significant effects on fruit yield, number of fruits per tree, fruit weight and fruit size. The highest yield and number of fruits per tree were obtained with the concentration of 3000mg/L^{-1} humic acid, whereas the heaviest and largest fruits were obtained with the concentration of 2000mg/L^{-1}. Furthermore, humic acid sprays led to increases in TSS, pH, total anthocyanin and total carbohydrate and decreases in TA, in comparison with the control treatment. Foliar applications of humic acid had no effects on the juice antioxidant activity and total phenols. Application of humic acid increased the leaf concentration of N, K and Zn and decreased the leaf concentration of P, whereas it had no significant effect on the leaf Ca and Fe concentrations. Generally speaking, the results obtained showed that foliar sprays of humic acid led to increases in fruit yield through increases in the number of fruit per tree, fruit size and fruit weight, and also it improved the quality parameters of pomegranate fruit.

Keywords: Foliar fertilization, Mineral organic fertilizer, Foliar spray, Anthocyanin, Antioxidant capacity

1 and 2. PhD Graduated Student and Professors, Respectively, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3. Professor, Department of Plant Nutrition, Estación Experimental de Aula Dei (CSIC), Zaragoza, Spain

4. Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

*: Corresponding author Email: tehranifar@um.ac.ir

www.SID.ir