کاربرد برگساره ای نانو ذرات اسید سالیسیلیک در افزایش عملکرد و بهبود شاخص‌های کمی و کیفی توت فرنگی رقم 'کاماروسا' در کشت هیدروپونیک

یونس نعمتی میرک*[1]، اورنگ خادمی[2]، ناصر کریمی[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه باغبانی، دانشگاه شاهد تهران ۲- استادیار گروه باغبانی، دانشگاه شاهد تهران۳- استادیار گروه زیست شناسی، دانشگاه رازی کرمانشاه

*نویسنده مسئول: y.nemati@shahed.ac.ir

چکیده

افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات کمی و کیفی توت فرنگی یکی از مهمترین چالش‌های تولید این محصول به حساب می‌آید. اسید سالیسیلیک و کیتوسان موجب بهبود شاخص‌های کیفی و افزایش عملکرد در توت فرنگی می‌گردد. از طرفی کاربرد موفقیت آمیز ترکیبات نانو در بخش‌های مختلف کشاورزی در حال افزایش است. بر این اساس آزمایش حاضر به منظور بررسی تاثیر تیمارهای نانو ذرات اسید سالیسیلیک در مقایسه با کیتوسان و اسید سالیسیلیک برروی توت فرنگی رقم "کاماروسا" در کشت هیدروپونیک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که، تیمارهای اسیدسالیسیلیک و نانو اسیدسالیسیلیک دارای تعداد میوه بیشتری در مقایسه با شاهد بوده و وزن تک میوه بیشتری نیز داشتند. در این بین تیمار نانو اسیدسالیسیلیک اثر بیشتری نشان داد. تیمار کیتوسان با شاهد از نظر تعداد میوه تفاوتی نشان نداد ولی وزن تک میوه بیشتری داشت. نمونه‌های هر سه تیمار اعمال شده دارای مواد جامد محلول بیشتر و اسید قابل تیتر کمتری در مقایسه با شاهد بودند. بیشترین مقدار آنتوسیانین در نمونه‌های تیمار نانو اسیدسالیسیلیک مشاهده شد. البته نمونه‌های تیمارهای اسیدسالیسیلیک و کیتوسان نیز دارای آنتوسیانین بیشتری در مقایسه با شاهد بودند. بوته‌های کیتوسان دارای بیشترین و بوته‌های تیمار اسیدسالیسیلیک دارای کمترین ارتفاع گیاه بودند.

واژه های کلیدی: نانو اسید سالیسیلیک، عملکرد، آنتوسیانین، توت فرنگی

مقدمه

توت فرنگی با نام علمی .*Fragaria× ananassa* Duch یکی از مهم‌ترین میوه‌های ریز بوده که در سرتاسر جهان کشت و کار می‌گردد (Sharma & shyan, 2009). تولید خارج از فصل در گلخانه‌ها و کشت‌های بدون خاک (کشت هیدروپونیک) توت فرنگی منجر به تولید و عرضه تازه خوری این محصول در فصول مختلف شده است (Morgan, 2003). از جمله تیمارهای موثر در تولید توت فرنگی با کیفیت و عملکرد بالا، استفاده از اسید سالیسیلیک به صورت مه پاشی می باشد. اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنولی است و نقش مهمی در مسیر انتقال سیگنال‌ها ایفا می‌کند و کاربرد خارجی آن، منجر به افزایش سطح برگ، عملکرد میوه، وزن خشک، رشد و نمو، جذب یون‌ها و فتوسنتز در گیاهان می‌گردد(Lakzayi et al, 2014). علاوه بر اسید سالیسیلیک ترکیباتی نظیر کیتوسان نیز در افزایش شاخص های کمی و کیفی در توت فرنگی استفاده گردیده و اثرات موثری از آن در اندازه گیاه، تعداد برگ‌ها، سطح برگ ، وزن خشک در توت فرنگی گزارش گردیده است (El-Miniawy et al., 2013). از مهم‌ترین شاخص‌های کیفیت در میوه توت‌فرنگی می توان به نسبت قندها به اسید و در درجات بعدی به میزان آنتوسیانین موجود در آن اشاره کرد (Galoburda et al., 2014; Kazemi, 2013) . آنتوسانین‌ها از رنگدانه‌های محلول در آب بوده و دارای خاصیت آنتی-اکسیدانی بالایی می‌باشند. آنتوسیانین ها تحت تاثیر عوامل خارجی و داخلی گیاه سنتز می‌گردند (He et al., 2010). با توجه به افزایش جمعیت‌های انسانی و افزایش نیاز به محصولات باغبانی ، استفاده از فناوری نانو به دلیل کارایی بهتر و موثر آن در افزایش کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی رو به افزایش است (Anton et al., 2008). فناوری نانو محققان را قادر می‌سازد که رابطه

بین ویژگی‌های ماکروسکوپی و ساختمان مولکولی مواد در ساختارهای بیولوژیکی گیاهان را درک نمایند (Kolzar and Orrit, 2004). در مورد اثرات استفاده از تیمار اسید سالیسیلیک در قالب ذرات نانو بروی گیاه توت فرنگی اطلاعات چندانی در دسترس نیست، از این رو هدف اصلی در این پژوهش مطالعه اثر تیمار نانو اسید سالیسیلیک در افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات کیفی و کمی میوه توت فرنگی بود.

مواد و روشها

این آزمایش در گلخانه هیدروپونیک سازمان فنی و حرفه‌ای واقع در زیبادشت کرج به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. کاشت بوته توت فرنگی رقم 'کاماروسا' در آبان ماه و در گلدانهای حاوی ۶۰ درصد کوکوپیت و ۴۰ درصد پرلایت انجام شد. در هر گلدان تعداد سه بوته کشت گردید. برای تغذیه توت فرنگی ها از محلول غذایی هوگلند استفاده شد. نانو ذرات اسید سالیسیلیک به صورت آماده از آزمایشگاه شیمی دانشگاه رازی کرمانشاه تهیه گردید. محلول‌های اسید سالیسیلیک و کیتوسان نیز به ترتیب در غلظت‌های یک میلی مولار و ۰/۵ درصد در آزمایشگاه باغبانی تهیه شدند. محلول پاشی هر یک از تیمارها در چهار نوبت و به فواصل ۱۵ روز از یکدیگر انجام شد. محلول‌پاشی تا آنجا ادامه پیدا کرد که به صورت قطراتی از بوته‌ها در حال چکیده شدن بود. پس از مدت سه ماه و پس از شمارش تعداد میوه‌های هر بوته، بوته‌های توت فرنگی جهت انجام بررسی به آزمایشگاه باغبانی دانشگاه شاهد منتقل شدند. وزن تر میوه‌ها، وزن تر شاخساره و وزن تر ریشه با استفاده از ترازوی دیجیتالی، و وزن خشک میوه، وزن خشک شاخساره و وزن خشک ریشه با توزین نمونه‌ها قبل و پس از خشک شدن در دستگاه آون و در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت انجام شد. ارتفاع گیاه توسط خط کش اندازه گیری شد. مقدار مواد جامد محلول پس از عصاره گیری توسط دستگاه رفراکتومتر دستی، اسید قابل تیتر از طریق تیتر نمودن عصاره با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۲، و مقدار آنتوسیانین از طریق عصاره‌گیری یک گرم از نمونه با متانول اسیدی و اندازه گیری میزان جذب در طول موج ۵۲۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکترفتومتر انجام شد. داده‌های حاصل توسط نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل و مقایسه اختلاف بین میانگین ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای اعمال شده بر تعداد میوه، وزن تک میوه، درصد وزن خشک میوه، مقدار مواد جامد محلول، اسید قابل تیتر، مقدار آنتوسیانین، وزن تر شاخساره و ارتفاع گیاه معنی‌دار ولی بر وزن خشک شاخساره، وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه غیر معنی‌دار بود.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱) تعداد میوه در تیمارهای اسید سالیسیلیک و نانو اسید سالیسیلیک بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر بیشتر از تعداد میوه در بوته‌های شاهد بود در حالی که بین شاهد و تیمار کیتوسان اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد میوه مشاهده نشد. از نظر وزن تک میوه، هر سه تیمار اعمال شده به طور معنی‌داری بیشتر از وزن تک میوه نمونه‌های شاهد بود. در این بین وزن تک میوه تیمار نانو اسید سالیسیلیک به طور معنی‌داری بیشتر از وزن تک میوه تیمار کیتوسان بود در حالی که بین نمونه‌های کیتوسان و اسید سالیسیلیک اختلاف معنی‌داری از نظر وزن تک میوه مشاهده نشد. نمونه‌های هر سه تیمار اسید سالیسیلیک، نانو اسید سالیسیلیک و کیتوسان بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر دارای مقدار مواد جامد محلول بیشتر و اسید قابل تیتر کمتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد بودند. نمونه‌های تیمار نانو اسید سالیسیلیک دارای بیشترین مقدار آنتوسیانین در بین نمونه‌ها بودند، نمونه‌های اسید سالیسیلیک و کیتوسان نیز بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر دارای مقدار آنتوسیانین بیشتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد بودند. از نظر وزن تر شاخساره نمونه‌های کیتوسان و نانو اسید سالیسیلیک دارای وزن تر شاخساره

بیشتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد بودند در حالی که بین نمونه‌های اسید سالیسیلیک و شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر وزن تر شاخساره مشاهده نشد. بوته‌های تیمار شده با کیتوسان دارای بیشترین و بوته‌های اسید سالیسیلیک دارای کمترین ارتفاع گیاه بودند.

جدول ۱- اثر تیمارهای اسیدسالیسیلیک، کیتوسان و نانو اسیدسالیسیلیک بر برخی از شاخص‌های کمی و کیفی میوه توت فرنگی رقم کاماروسا. میانگین‌هایی با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون LSD نیستند.

تیمار	تعداد میوه در بوته	وزن تک میوه (گرم)	وزن خشک میوه (درصد)	مواد جامد محلول (درجه بریکس)	اسید قابل تیتر (درصد)	آنتوسیانین (جذب)	وزن تر شاخساره (گرم)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)
شاهد	۱۲b	۸c	۱/۲۲b	۳/۲۱b	۰/۹a	۰/۶۶c	۴۸/۲۷b	۲۷ab
اسیدسالیسیلیک	۱۶a	۱۴/۲ab	۱/۶۲ab	۶/۰۶a	۰/۷۳b	۱/۴۵b	۵۵/۰۶ab	۲۳/۲c
کیتوسان	۱۴/۷۵ab	۱۱/۶۲b	۱/۷۲ab	۵/۴۵a	۰/۷۵b	۱/۲۵b	۶۱/۰۸a	۲۸/۵a
نانو اسیدسالیسیلیک	۱۶/۷۵a	۱۵/۶۵a	۲/۰۷a	۵/۹۳a	۰/۶۸b	۲/۱۸a	۵۹/۶۷a	۲۴/۵۷bc

بحث

نتایج این آزمایش با یافته‌های Kazemi (2013) هم خوانی دارد. نتایج تحقیقات وی نشان می دهد که کاربرد برگساره ای اسید سالیسیلیک در غلظت ۲,۵ میلی مولار بر روی توت فرنگی به طور موفقیت آمیزی منجر به افزایش تعداد گل در بوته و مقدار مواد جامد محلول گردید. تحقیقات Bal و Celik (2010) در رابطه با کاربرد پس از برداشت اسید سالیسیلیک به غلظت ۰,۵ میلی مولار برروی میوه کیوی نشان دادند که مقدار اسید قابل تیتراسیون(TA) در اثر اعمال این تیمار کاهش یافت. تحقیقات دیگری توسط Karlidag و همکاران (2009) نشان داد که از بین چهار غلظت (صفر، ۰,۲۵، ۰,۵ و ۱ میلی مولار) از اسید سالیسیلیک استفاده شده بروی توت فرنگی، غلظت ۱ میلی مولار بهترین تاثیر را در افزایش وزن تر شاخساره و اندازه گیاه را نسبت به شاهد در پی داشت. یافته های وی در رابطه با ارتفاع گیاه برعکس یافته های این تحقیق بود. Geransayeh و همکاران (۲۰۱۵) باکاربرد پس از برداشت اسید سالیسیلیک در سه غلظت (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میکرولیتر بر لیتر) به این نتیجه رسیدند که در هر سه تیمار فوق مقدار آنتوسیانین ، TSS و وزن میوه نسبت به شاهد بالاتر بودند. Ghaderi و همکاران (2015) با کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک برروی بوته های توت فرنگی در تنش شوری به این نتیجه رسیدند که وزن میوه ، عملکرد کل و کل وزن خشک در تیمار با اسید سالیسیلیک در غلظت ۰,۱ میلی مولار در رقم کردستان نسبت به شاهد افزایش یافت. نتایج بدست آمده توسط محققان دیگر نیز با نتایج بدست آمده در این تحقیق هم خوانی دارد. تحقیقات El-Miniawy نشان داد که کاربرد ۲,۵ و ۵ میلی مولار از کایتوسان ویژگی های رشد رویشی از قبیل اندازه گیاه، تعداد برگها در گیاه، سطح برگ وشاخص عملکرد (وزن میوه ، و کل عملکرد) در گیاه را افزایش داد. گزارش ها حاکی از آن است که کیتوسان به عنوان یک مولکول زیستی، پتانسیل بالایی در افزایش رشد و نمو گیاهان دارد (Gornik et al,.2008) . از این نظر در بعضی موارد (مثلا در انتقال سیگنالها ، محرک های رشد در گیاهان و ...) کیتوسان و اسید سالیسیلیک دارای مکانیزم های عمل مشابهی در افزایش شاخص‌های کمی و کیفی در گیاهان را دارند. در گیاهان تولید آنتوسیانین تحت تاثیر متقابل عوامل داخلی و خارجی، نور ، دما، کربوهیدرات و هورمون های گیاهی و تنش ها است. این عوامل از طریق تاثیر بر عوامل رونویسی بر میزان آنتوسیانین تاثیر می گذارند (Kim et al., 2006). در این آزمایش اثر تیمارهای فوق بر وزن خشک شاخساره، وزن تر و خشک ریشه معنی دار نشد.

منابع

1. Anton, N., Benoit, J. P. and Saulnier, P. 2008. Design and production of nanoparticles formulated from nano-emulsion templates, a review. Journal of Controlled Release, 128, 185-199.
2. Bal, E., and Celik, S. 2010. The effect of postharvest treatments of salicylic acid and potassium permanganate on the storage of kiwifruit. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 16 (No 5) 2010, 576-584
3. El-Miniawy, S. M., Ragab, M. E., Youssef, S. M. and Metwally, A. A. 2013. Response of strawberry plants to foliar spraying of chitosan. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 9, 366-372

4. Galoburda, R., Boca, S., Skrupskis, I. and Seglina, D. 2014. Physical and chemical parameters of strawberry puree. In 9th Baltic Conference on Food Science and Technology" Food for Consumer Well-Being.
5. Geransayeh, M., Sepahvand, S. and Abdossi, V. 2015. Extending postharvest longevity and improving quality of strawberry (*Fragaria ananasa* Duch Cv.'Gaviota') fruit by postharvest salicylic acid treatment. Journal of Agricultural Studies, 3, 17-36.
6. Ghaderi, N., Normohammadi, S., and Javadi, T. 2015. Morpho-physiological responses of strawberry (*Fragaria* × a) to exogenous salicylic acid applications under drought stress. Journal of Agricultural Science and Technology. 17, 167-178.
7. Gornik, K., Grzesik, M. and Romanowska-Duda, B. 2008. The effect of chitosan on rooting of grapevine cuttings and on subsequent plant growth under drought and temperature stress. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 16, 333-343.
8. He, F., Mu, L., Yan, G. L., Liang, N. N., Pan, Q. H., Wang, J. and Duan, C. Q. 2010. Biosynthesis of anthocyanin's and their regulation in colored grapes. Molecules, 15, 9057-9091.
9. Karlidag, H., Yildirim, E. and Turan, M. 2009. Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry. Scientia Agricola, 66, 180-187.
10. Kazemi, M. 2013. Influence of foliar application of 5-sulfosalicylic acid, malic acid, putrescine and potassium nitrate on vegetative growth and reproductive characteristics of strawberry cv.'Selva' Journal of Environmental Sciences, 7, 93-101.
11. Kim, J. S., Lee, B. H., Kim, S. H., Ok, K. H. and Cho, K. Y. 2006. Response to environmental and chemical signals for anthocyanin biosynthesis in non-chlorophyllous corn (*Zea mays* L.) leaf. Journal of Plant Biology, 49: 16-25.
12. Kulzer, F. and Orrit, M. 2004. Single-molecule optics. Annual Review of Physical Chemistry, 55, 585-611.
13. Lakzayi, M., Sabbagh, E., Rigi, K. and Keshtehgar, A. 2014. Effect of salicylic acid on activities of antioxidant enzymes, flowering and fruit yield and the role on reduce of drought stress. International Journal of Farming and Allied Sciences, 3, 980-987.
14. Morgan, L. 2003. Hydroponic strawberries: Year round perfection through superior technology. Journal of The Growing Edge, 14, 46-60.
15. Sharma, S. and Shyan, A. G. 2009. An overview on strawberry [*Fragaria* x *ananassa* (Weston) Duchesne ex Rozier] wine production technology, composition, maturation and quality evaluation. Indian Journal of Natural Production and Resource, 8, 356-65.

Foliage spraying of nano salicylic acid in increasing yield and improving quality and quantity of strawberry cv. Camarosa under hydroponic culture

Younes Nemati Mirak[1]*, Orang Khademi[2] and Naser Karimi[3]

1- MSc Student of Department of Horticulture, Shahed University, Tehran 2- Academic member of Department of Horticulture, Shahed University, Tehran 3- Academic member of Department of Biology, Razi University, Kermanshah

*Corresponding author: y.nemati@shahed.ac.ir

Abstract

Increase of yield and improve of quality and quantity of strawberry is important challenge in its production. SA and chitosan treatments would improve quality and quantity and increase yield of strawberry plant. On the other hand usage of nano component has been increased in different section of agriculture. For that, this study was carried out in order to study the effect of nano-SA treatment in comparison to SA and chitosan treatments on the strawberry under the hydroponic condition. Results showed that, SA and nano-SA treatments as compared to control had more fruit number as well as more fruit weight. Between them nano-SA was more effective than SA treatment. No significant difference was observed between chitosan treated plant and control in fruit number but chitosan treated plant had more fruit weight than control. All three treatments had more TSS and less TA than control fruits. The highest anthocyanin content was observed in nano-SA treated fruit. Even thought SA and chitosan treated fruits had more anthocyanin content than control. Chitosan treated plant had highest and SA treated plant had lowest plant height.

Key words: Nano salicylic acid, yield, anthocyanin, strawberry