

تأثیر محلول پاشی برگی گلوکز و مونوپتاسیم فسفات (KH_2PO_4) بر برخی صفات توت‌فرنگی در سیستم هایدروپونیک

مینا مولایی^۱، سیدجلال طباطبایی^۲، یاور شرفی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران
۲ و ۳- استاد و استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۱۴، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۱۷

چکیده

توت‌فرنگی از مهم‌ترین محصولات گلخانه‌ای در مناطق مختلف بوده و به دلیل نبود شرایط محیطی مناسب مانند کمبود نور در فصل زمستان از کیفیت این میوه کاسته می‌شود. هدف از محلول‌پاشی گلوکز و مونوپتاسیم فسفات بر توت‌فرنگی، حل مشکل کمبود قند این میوه در کشت‌های خارج فصل می‌باشد. بدین منظور، تأثیر مقادیر مختلف گلوکز و مونوپتاسیم فسفات بر برخی ویژگی‌های توت‌فرنگی رقم کاماروسا بررسی شد. تیمارها شامل سه غلظت گلوکز (۰، ۲ و ۴ گرم بر لیتر) و چهار غلظت مونوپتاسیم فسفات (۰، ۰/۵ و ۱ و ۲ گرم بر لیتر) بود که بر بوته‌های توت‌فرنگی اعمال گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال زراعی ۱۳۹۴ اجرا شد. نتایج نشان داد که اثر متقابل این دو تیمار بر سطح برگ (LA)، محتوای آب نسبی برگ (RWC)، کلروفیل a و b، پتاسیم و فسفر برگ، تعداد میوه، قطر میوه، وزن کل میوه‌ها، سفتی بافت، pH میوه، هدایت الکتریکی (EC)، شاخص طعم (TSS/TA) و گلوکز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. صفاتی مانند وزن تر بوته، کلروفیل a و b، طول و قطر میوه، سفتی بافت، شاخص طعم و گلوکز در غلظت چهار گرم بر لیتر گلوکز و دو گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات افزایش داشتند. همچنین، EC، pH میوه، پتاسیم برگ، RWC و LA کاهش یافتند. بیشترین غلظت گلوکز و مونوپتاسیم فسفات در مقایسه با شاهد، موجب افزایش گلوکز به میزان ۵۷٪ شد.

کلید واژه‌ها: توت‌فرنگی، گلوکز، مونوپتاسیم فسفات، هایدروپونیک

مقدمه

توت‌فرنگی از محصولات مهم باغبانی بوده و ارزش اقتصادی بالایی دارد. تقاضا برای توت‌فرنگی در تمام طول سال وجود دارد که موجب افزایش سطح زیر کشت آن در ایران شده است (توحیدلو و همکاران، ۱۳۸۸). امروزه محصول عمده توت‌فرنگی جهان در مناطقی که مثل ایران زمستان ملایم دارند تولید می‌گردد (بهنامیان و مسیحا، ۱۳۸۱). مواد غذایی نقش عمده‌ای در رشد و نمو گیاه توت‌فرنگی به ویژه تولید گل و میوه دارند (Sharma et al., 2006). تغذیه برگی برخی عناصر، عملکرد و میزان قند را طی برداشت اولیه و میانه فصل افزایش می‌دهد. گیاه جوان توت‌فرنگی انرژی خود را علاوه بر تولید برگ‌ها به توسعه ریشه‌های جدید اختصاص می‌دهد و بلافاصله تولید گل و میوه می‌نماید. پس تغذیه برگی در زمان تشکیل و توسعه سیستم ریشه‌ای بسیار مفید خواهد بود (طباطبایی، ۱۳۹۲). همچنین، در مراحل رشد زایشی که رقابت برای جذب کربوهیدرات‌ها در بین اندام‌های زایشی وجود دارد، فعالیت ریشه‌ها کاهش و به دنبال آن مقدار جذب کاهش می‌یابد (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۷۶). اثر مثبت محلول-پاشی برگی دیگر قندها از جمله ساکارز نیز گزارش شده است (Jaswant et al., 1994). پتاسیم کافی، صفات کیفی را تحت تاثیر قرار داده و موجب افزایش نسبت قند به اسید میوه شده و مزه میوه را بهبود می‌بخشد. همچنین، باعث سفتی میوه و در نتیجه افزایش قابلیت نگهداری می‌شود و می‌تواند در درشتی میوه و افزایش عملکرد موثر باشد (کاشی و حکمتی، ۱۳۷۰). پتاسیم در حفظ تعادل آبی، ایجاد فشار تورژسانس و در تجمع و انتقال کربوهیدرات‌های تولید شده نقش دارد (طباطبایی، ۱۳۹۲). در گیاه توت‌فرنگی، فسفر روی اندازه، شکل میوه، قابلیت نگهداری و تشکیل رنگ میوه موثر است. در مورد اثر فسفر روی افزایش تشکیل ریشه و متناسب با آن رشد و نمو بهتر گیاه مشاهداتی وجود دارد (کاشی و حکمتی، ۱۳۷۰). فسفر در واکنش‌های انتقالی، سنتز نشاسته و انتقال

کربوهیدرات‌ها نقش دارد. انتقال مواد تولید شده در کلروپلاست توسط ناقلین فسفات صورت گرفته و با فسفات معدنی تحریک می‌شود (طباطبایی، ۱۳۹۲). فسفر نقش مهمی در عملکرد و کیفیت میوه دارد به طوری که در صورت کمبود آن ریزش گل افزایش یافته و میوه‌های کوچک با رنگ کدر تولید می‌شوند (اثنی عشری و زکائی، ۱۳۸۷، زمانی، ۱۳۶۹). گلوکز از محصولات مهم تولیدی فتوسنتز است که در مراحل بعدی سوخت و ساز گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. تولید گلوکز که خود پیش‌ماده تولید برخی از مواد دیگر در سلول است، تحت تاثیر مقدار، کیفیت و شدت نور و دمای موجود می‌باشد. مهمترین شاخص‌های کیفیت توت‌فرنگی طعم و مزه میوه است که در میوه‌های خارج فصل، اغلب به دلیل دریافت نور کم، قند کمی دارند و دلیل آن کاهش فتوسنتز در گلخانه است. میوه‌هایی که در مناطق با نور کم تولید می‌شوند این مشکل را دارند. اسیدها مانند قندها تحت تاثیر دما و نور نیستند و باعث تولید میوه‌های گلخانه‌ای با طعم اسیدی در زمستان می‌شوند (تهرانی‌فر و وحدتی، ۱۳۸۹). به نظر می‌رسد، وجود گلوکز باعث افزایش رشد، عملکرد، نسبت قند به اسید میوه و به طور کلی کیفیت میوه شود. همچنین، محلول‌پاشی پتاسیم و فسفر به صورت نمک مونوپتاسیم فسفات تاثیر مضاعف بر افزایش کیفیت و کمیت میوه دارد. هدف از این پژوهش بررسی اثر همزمان گلوکز و مونوپتاسیم فسفات بر عملکرد و کیفیت توت‌فرنگی رقم کاماروسا بود. در این تحقیق، اثر پتاسیم و فسفر بر خصوصیات رویشی و فیزیولوژیکی همچنین، تاثیر گلوکز بر افزایش عملکرد و کیفیت میوه توت‌فرنگی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی هایدروپونیک دانشگاه شاهد و در سال زراعی ۱۳۹۴ روی توت‌فرنگی رقم کاماروسا انجام گرفت. محل کاشت بوته‌های مورد استفاده در این آزمایش داکت‌های مکعب مستطیل به طول سه متر

پس از خارج نمودن بوته‌ها از بسترهای کاشت، وزن تر بوته‌های انتخابی با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. سطح برگ‌های بوته‌ها با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج (Leaf area meter) مدل WINAREA-UT-11 ساخت شرکت Fanavaran Alborz Andisheh اندازه‌گیری شد. سطح ویژه برگ با استفاده از رابطه زیر بدست آمد.

$$SLA = \frac{LA}{DW_t}$$

SLA سطح ویژه برگ (cm²/g)، LA سطح برگ (cm²)

و DW_t وزن خشک برگ (g) می‌باشد.

اندازه‌گیری صفات کیفی و عملکردی

تعداد میوه‌های هر واحد آزمایشی به طور جداگانه در هر بار برداشت شمارش شد. سفتی بافت هر میوه توسط دستگاه پترومتر دستی مدل FT 327 اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفاکتومتر چشمی مدل Atago-ATC-20 ساخت ژاپن بر حسب درجه بریکس استفاده شد. بدین منظور چند قطره از آب میوه له شده را روی صفحه شیشه‌ای قرار داده و پس از بستن درب آن به طرف نور گرفته، دستگاه تنظیم و عدد مربوطه قرائت گردید (طباطبایی، ۱۳۹۲). مقدار پنج گرم از گوشت میوه له شده برداشته و با آب مقطر به نسبت ۱:۱۰ رقیق شد. سپس EC و pH آن توسط EC متر و pH متر اندازه‌گیری گردید (طباطبایی، ۱۳۹۲). سپس مقدار گلوکز آن توسط دستگاه تست قند خون مدل CT-X11 با نام تجاری Elegance قرائت گردید. برای اندازه‌گیری پتاسیم و فسفر برگ ابتدا نمونه‌های برگي خشک شده و عصاره‌ها تهیه گردید. برای اندازه‌گیری فسفر از روش رنگ‌سنجی (وانادت- مولیبدات) استفاده شد. دو میلی‌لیتر از عصاره به لوله‌های آزمایش انتقال داده شد. دو میلی‌لیتر معرف نیترو وانادات مولیبدات و هشت میلی‌لیتر آب مقطر به آن افزوده و پس از تشکیل کمپلکس زردرنگ، مقدار جذب محلول‌ها توسط دستگاه نانودراپ مدل DS-11

و عرض ۲۵ سانتی‌متر شامل مخلوطی از بسترهای کاشت معدنی حاوی پومیس و پرلايت به نسبت سه به یک بودند. نشاءهای توت‌فرنگي در اواسط آذر ماه سال ۹۴ به بستر کشت انتقال یافتند. هر داکت به ۵ واحد آزمایشی تقسیم و در هر واحد آزمایشی چهار عدد نشاء توت‌فرنگي کشت شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. عامل‌ها شامل چهار غلظت مونوپتاسيم فسفات (۰، ۰/۵، ۱ و ۲ گرم بر لیتر) و سه غلظت گلوکز (۰، ۲ و ۴ گرم بر لیتر) بودند که به صورت محلول-پاشی در دو نوبت در دوره رشد توت‌فرنگي‌ها روی بوته‌ها اعمال گردید. از محلول عناصر غذایی دانشگاه تبریز (طباطبایی، ۱۳۹۲) به عنوان محلول غذایی استفاده شد. به این صورت که محلول‌های پایه شامل K₂SO₄، NH₄NO₃، MgSO₄، Ca(NO₃)₂ و عناصر میکرو تهیه و در هر نوبت آبیاری، مقادیر توصیه شده از هر محلول به آب مورد استفاده برای آبیاری اضافه گردید و برای اسیدی کردن محلول از HNO₃ و H₃PO₄ استفاده شد.

اندازه‌گیری صفات رشدی و فیزیولوژیکی

برای اندازه‌گیری کلروفیل از برگ تازه توت‌فرنگي، به مقدار یک گرم وزن شده، در هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ به خوبی ساییده شد. محلول حاصل از کاغذ صافی به وسیله استون ۸۰٪ عبور تا حجم نهایی محلول به ۱۵ میلی‌لیتر رسید. میزان جذب محلول نمونه‌ها در طول موج ۶۴۶ و ۶۶۳ با استفاده از استون ۸۰٪ به عنوان شاهد روی دستگاه نانودراپ مدل DS-11 ساخت شرکت Denevix قرائت گردید (Lichtenthaler and Welburn, 1983).. کلروفیل a و b بصورت زیر ارزیابی شدند.

$$Chl\ a(mg/g) = 12.25(A663) - 2.81(A646) * V/1000W$$

$$Chl\ b(mg/g) = 20.13(A646) - 5.03(A663) * V/1000W$$

w وزن نمونه گیاهی و v حجم نهایی محلول پس از

افزودن استون می‌باشد.

داد اثر غلظت‌های متفاوت گلوکز بر pH و EC در سطح احتمال پنج درصد و بر سفتی بافت، مواد جامد محلول و گلوکز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است (جدول ۱). غلظت‌های متفاوت مونوپتاسیم فسفات بر همه صفات به جز pH، EC، تعداد میوه و سفتی بافت اختلاف اثر معنی‌داری را نشان داد. اثر متقابل گلوکز و مونوپتاسیم فسفات بر همه صفات به جز طول میوه اختلاف بسیار معنی‌دار بود. نتایج تجزیه واریانس صفات رشدی و فیزیولوژیکی نشان داد (جدول ۲)، اثر گلوکز فقط بر مقدار پتاسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده و اثر مونوپتاسیم فسفات بر سطح برگ و سطح ویژه برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شده است. اثر متقابل گلوکز در مونوپتاسیم فسفات، تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر همه صفات رشدی و فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده داشت.

ساخت شرکت Denevix در طول موج ۴۳۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. مقدار پتاسیم موجود در عصاره‌ها توسط دستگاه فلایم‌فوتومتر اندازه‌گیری شد. به این منظور، عصاره‌های بدست آمده به دلیل غلظت بالا به نسبت یک به ده با آب مقطر رقیق شدند و برای قرائت از دستگاه فلایم‌فوتومتر مدل 620G ساخت شرکت Fater electronic استفاده شد (طباطبایی، ۱۳۹۲). تجزیه داده‌های حاصل از آزمایش به وسیله نرم‌افزار SPSS صورت گرفت و میانگین تیمارها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک و پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. همچنین، برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات کیفی و عملکردی نشان

جدول ۱. تجزیه واریانس سطوح گلوکز و مونوپتاسیم فسفات بر برخی صفات کیفی و عملکردی گیاه توت‌فرنگی

Table 1. Analysis of variance of glucose and mono potassium phosphate on some qualitative characteristics and yield in strawberry

منابع تغییرات	درجه آزادی	Mean Square میانگین مربعات					تعداد میوه	وزن کل میوه‌ها
		سفتی بافت میوه	pH	هدایت الکتریکی	شاخص طعم	گلوکز میوه		
Source of variance	df	Firmness	pH	EC	TSS/TA	Glucose	Number of fruit	Total weight
گلوکز (Glucose)	2	0.50**	0.40*	14836.20*	2.90 ^{ns}	7301.30**	25.60 ^{ns}	851.40 ^{ns}
مونوپتاسیم فسفات (MPK)	3	0.20 ^{ns}	0.80 ^{ns}	7787.10 ^{ns}	19.10**	25352.40**	68.90 ^{ns}	6044.70*
MPK * Glucose	6	0.40**	0.20**	14686.80**	3.90**	5561.10**	71.80**	5762.40**
خطا (Error)	21	1.10	3.10	716.10	1.40	509.50	22.40	257.20
ضریب تغییرات (CV)	-	16.50	3.10	5.10	11.40	10.70	26.00	13.10

ns غیر معنی‌دار، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۰.۰۱، * معنی‌دار در سطح احتمال ۰.۰۵.

ns, ** and * are non-significant and significant at the 0.01 and 0.05, respectively.

جدول ۲. تجزیه واریانس سطوح گلوکز و مونوپتاسیم فسفات بر برخی صفات رشدی و فیزیولوژیکی گیاه توت فرنگی

Table 2. Analysis of variance of glucose and mono potassium phosphate levels on some growth and physiological characteristics in strawberry

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		کلروفیل a	کلروفیل b	پتاسیم برگ	فسفر برگ	وزن تر بوته	سطح برگ	سطح ویژه برگ
Source of variance	df	Chlorophyll a	Chlorophyll b	K concentration	P concentration	Total fresh weight	Leaf area	Specific leaf area
گلوکز (Glucose)	2	0.09 ^{ns}	0.02 [*]	783.11 ^{**}	0.30 ^{ns}	21.90 ^{ns}	30847872.8 ^{0ns}	519818.10 ^{ns}
مونوپتاسیم فسفات (MPK)	3	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	253.88 ^{ns}	0.20 ^{ns}	17.20 ^{ns}	68444703.3 ^{0*}	949107.90 [*]
MPK * Glucose	6	0.03 ^{**}	0.02 ^{**}	8897.29 ^{**}	0.26 ^{**}	154.00 ^{**}	8841965.90 [*]	866069.30 ^{**}
خطا (Error)	21	0.01	0.02	53.25	0.06	11.20	2217790.50	50130.30
ضریب تغییرات (CV)	—	10.93	13.98	19.82	18.21	11.10	20.70	29.70

ns غیر معنی دار، ** معنی دار در سطح احتمال ۱٪، * معنی دار در سطح احتمال ۵٪.

ns, ** and * are non-significant and significant at the 0.01 and 0.05, respectively.

pH میوه

و pH کاهش یافت. منوچهری و ملکوتی (۱۳۸۰)، گزارش کردند کاربرد کودهای پتاسیمی به همراه کم مصرفها بر درختان سیب، باعث افزایش اندازه میوهها، وزن میوهها، درصد مواد جامد محلول، قند و اسیدیته (اسید مالیک) و کاهش آب در میوه شد، به طوری که اختلاف میزان آب در میوه بین تیمار شاهد و تیمار کودی بیش از هشت درصد بود.

EC میوه

بر اساس مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۳)، میوه گیاهان تیمار شده با غلظت دو گرم بر لیتر گلوکز بدون حضور مونوپتاسیم فسفات دارای بیشترین هدایت الکتریکی بوده است. همچنین، کمترین میزان هدایت الکتریکی مربوط به تیماری با بالاترین غلظت گلوکز و مونوپتاسیم فسفات بود. هدایت الکتریکی در تیمار با غلظت دو گرم بر لیتر گلوکز بدون حضور مونوپتاسیم

بر اساس جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۳)، میوه گیاهان تیمار شده با غلظت دو گرم بر لیتر گلوکز بدون حضور مونوپتاسیم فسفات دارای بیشترین pH بود. همچنین، کمترین میزان pH مربوط به تیمار شاهد بود. این صفت در تیمار با غلظت دو گرم بر لیتر گلوکز بدون حضور مونوپتاسیم فسفات نسبت به تیمار شاهد ۲۳ درصد افزایش داشته است. pH میوه با افزایش مونوپتاسیم فسفات و گلوکز کاهش یافت. معمولاً در آب میوهها رابطه pH با اسیدیته مثبت نمی باشد و با افزایش اسیدیته، pH افزایش می یابد (طباطبایی، ۱۳۹۲). در غلظت دو گرم بر لیتر گلوکز، یونهای هیدروژن آزاد شده در هنگام تیتراسیون به مقدار بیشتری بوده اند (مصرف باز بیشتر) و در این حالت pH متر عدد بالاتری را نمایش داده است. احتمالاً دلیل این اتفاق این است که با افزایش مواد اسمززا (گلوکز) تولید اسیدهای آلی افزایش یافته است. در نتیجه اسیدیته افزایش

با هم، به جز تیمار با غلظت چهار گرم بر لیتر گلوکز در ترکیب غلظت دو گرم بر لیتر مونیپتاسیم فسفات و تیمار با غلظت دو گرم بر لیتر گلوکز بدون حضور مونیپتاسیم فسفات دارای بیشترین تعداد میوه بوده است. کمترین تعداد میوه نیز مربوط به تیمار شاهد بود. تعداد میوه در اکثر تیمارها که مونیپتاسیم فسفات حضور داشته حتی بدون حضور گلوکز در سطح بالایی بوده و بین این تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده نشد. که در این تیمارها در مقایسه با تیمار شاهد تعداد میوه‌ها ۶۸ درصد افزایش داشته است. به طور کلی می‌توان گفت، گلوکز و مونیپتاسیم فسفات در غلظت‌های مختلف تاثیرات متفاوتی داشتند. زمانی که غلظت مونیپتاسیم فسفات صفر بوده یک روند افزایشی دیده می‌شود ولی در غلظت‌های یک و دو گرم بر لیتر این روند با افزایش غلظت گلوکز کاهش یافته است. داورپناه و همکاران (۱۳۹۳)، گزارش کردند آزمایش ترکیب نمک‌های مونیپتاسیم فسفات و دی پتاسیم فسفات موجب افزایش تعداد میوه‌های انار نسبت به شاهد شدند. در آزمایشی دیگر با افزایش غلظت پتاسیم بر توت‌فرنگی، بسیاری از صفات کیفی مانند تعداد میوه، میانگین وزن میوه، عملکرد و میزان مواد جامد محلول افزایش یافت (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۰). احتمالاً حضور مونیپتاسیم فسفات به عنوان عاملی برای نقل و انتقالات مواد فتوسنتزی و گلوکز نیز در نقش منبع کربوهیدراتی در کنار یکدیگر توانسته‌اند تعداد میوه را افزایش دهند.

وزن کل میوه‌ها

مقایسه میانگین اثر متقابل (جدول ۳) نشان‌دهنده این است که در تیمار یک گرم بر لیتر مونیپتاسیم فسفات بدون حضور گلوکز بیشترین وزن کل میوه‌ها وجود داشته است. کمترین میزان وزن کل میوه‌ها نیز مربوط به تیمار شاهد بود. وزن کل میوه‌ها در تیمار با غلظت یک گرم بر لیتر مونیپتاسیم فسفات بدون حضور گلوکز نسبت به تیمار شاهد ۷۶ درصد افزایش داشته است. احتمالاً به دلیل

فسفات نسبت به تیمار شاهد ۳۳ درصد افزایش داشته است. هدایت الکتریکی میوه با افزایش غلظت گلوکز و مونیپتاسیم فسفات کاهش یافت. این اثر ناشی از پدیده رقت می‌باشد. زمانی که کمبود دو عنصر همزمان باشد با افزایش غلظت یکی از عناصر رشد گیاه افزایش می‌یابد که نتیجه آن رقیق شدن عناصر است. علت آن تجمع آب و مواد ساختمانی در بافت‌ها می‌باشد (طباطبایی، ۱۳۹۲). براساس نتایج، با افزایش غلظت گلوکز و مونیپتاسیم فسفات پدیده رقت اتفاق افتاده است، به این معنی که احتمالاً با افزایش غلظت رشد سریع‌تر و با تجمع آب در بافت‌ها غلظت عناصر رقیق‌تر شده و هدایت الکتریکی محلول کاهش یافته است.

سفتی بافت

بر اساس مقایسه میانگین اثرات متقابل بالاترین غلظت گلوکز (چهار گرم بر لیتر) و بالاترین غلظت مونیپتاسیم فسفات (دو گرم بر لیتر) باعث ایجاد بیشترین سفتی بافت میوه بوده است و پس از آن میوه‌های تیمار شده با غلظت دو گرم بر لیتر گلوکز بدون حضور مونیپتاسیم فسفات قرار دارد. سفتی بافت میوه‌های شاهد دارای کمترین میزان بوده است. سفتی بافت میوه در تیمار با غلظت چهار گرم بر لیتر گلوکز و دو گرم بر لیتر مونیپتاسیم فسفات نسبت به تیمار شاهد ۶۷ درصد افزایش داشته است. احتمالاً گلوکز ماده خشک میوه را افزایش داده و به این ترتیب آب بافت کاهش یافته است. پتاسیم در سفتی بافت میوه توت‌فرنگی موثر است (لولایی و همکاران، ۱۳۹۰). احتمالاً زمانی که این ترکیب در تلفیق با گلوکز قرار گرفته دارای بیشترین میزان سفتی بافت شده است.

تعداد میوه

در جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۳) مشاهده می‌شود که تعداد میوه در اکثر تیمارها با غلظت‌های متفاوت گلوکز و مونیپتاسیم فسفات در تلفیق

مربوط به غلظت یک گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات در تلفیق با غلظت چهار گرم بر لیتر گلوکز بوده است. تیمار دو گرم بر لیتر گلوکز در تلفیق با تیمار یک گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات نیز کمترین میزان وزن تر بوته را داشته است. وزن تر بوته در تیمار با غلظت دو گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات نسبت به تیمار شاهد به میزان ۵۲ درصد افزایش داشته است. این افزایش می تواند ناشی از افزایش میزان پتاسیم و فسفر در گیاه باشد. افزایش پتاسیم انتقال مواد فتوسنتزی را افزایش می دهد که این اثر می تواند مستقیم باشد (Hartt, 1970). فسفر در سنتز نشاسته و انتقال کربوهیدرات ها نقش مهمی دارد (طباطبایی، ۱۳۹۲). اثر پتاسیم و فسفر در انتقال مواد فتوسنتزی در بخش های مختلف گیاه، موجب افزایش رشد گیاه شده که این افزایش رشد با افزایش وزن تر بوته همراه بوده است. گلوکز از محصولات فتوسنتز است که در مراحل بعدی رشد و نمو گیاه مورد استفاده قرار می گیرد (تهرانی فر و وحدتی، ۱۳۸۹). گائوچان (۲۰۱۱)، گزارش کرد که غلظت های مختلف مالتوز و ساکاروز باعث ایجاد پاسخ رشدی خوب ریشه ها و ساقه های ذرت می گردند.

حضور پتاسیم و فسفات وزن کل میوه ها به دلیل درشتی میوه و همچنین، افزایش تعداد میوه در این تیمار افزایش داشته است. پتاسیم و فسفر کافی در افزایش عملکرد نقش به سزایی دارند. روند افزایش وزن کل میوه ها در غلظت صفر، نیم و دو گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات وجود داشت ولی در غلظت یک گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات این روند با افزایش غلظت گلوکز کاهش یافته است. در آزمایش داورپناه و همکاران (۱۳۹۳)، نمک های مونوپتاسیم فسفات و دی پتاسیم فسفات با هم ترکیب شدند و در سه سطح در اختیار گیاه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار ۰/۱ درصد نسبت به سایرین در مقایسه با شاهد افزایش معنی داری در عملکرد و تعداد میوه داشته است. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که افزایش غلظت پتاسیم بر بسیاری از فاکتورهای میوه تاثیر مثبت می گذارد به طوری که بیشترین تعداد میوه، میانگین وزن میوه و عملکرد از غلظت های بالاتر حاصل شده است.

وزن تر بوته

بر اساس مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت های گلوکز در مونوپتاسیم فسفات (جدول ۴)، بیشترین وزن تر بوته

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح گلوکز و مونوپتاسیم فسفات بر برخی صفات کیفی و عملکردی گیاه توت فرنگی

Table 3. The Interaction between glucose and mono potassium phosphate on selected qualitative and yield characteristics

سطوح مونوپتاسیم فسفات MPK levels (gL ⁻¹)	سطوح گلوکز Glucose level (gL ⁻¹)	وزن کل میوه ها Total weight (g)	تعداد میوه Number of fruit	سفتی بافت Firmness (Lb/inch ²)	EC (dS m ⁻¹)	pH (1:5)
MPK ₀	G ₀	50.80 ^g	7.30 ^b	0.60 ^c	477.60 ^{ef}	3.50 ^d
	G ₁	78.60 ^f	14.60 ^{ab}	1.60 ^{ab}	717.30 ^a	4.70 ^a
	G ₂	131.70 ^{bcd}	22.30 ^a	1.30 ^{bc}	522.30 ^{cde}	3.80 ^c
MPK ₁	G ₀	105.30 ^{def}	17.60 ^a	0.80 ^{de}	577.30 ^b	3.80 ^{cd}
	G ₁	143.70 ^{bc}	23.00 ^a	1.50 ^{bc}	541.60 ^{bc}	3.90 ^{bc}
	G ₂	161.40 ^b	18.60 ^a	1.20 ^{cd}	487.60 ^{def}	3.80 ^{cd}
MPK ₂	G ₀	208.60 ^a	23.60 ^a	1.30 ^{bc}	523.60 ^{cde}	3.80 ^c
	G ₁	133.10 ^{bcd}	22.60 ^a	1.20 ^{cd}	507.30 ^{cdef}	3.80 ^c
	G ₂	96.40 ^{ef}	16.60 ^a	0.90 ^{de}	524.30 ^{cde}	4.70 ^b
MPK ₃	G ₀	120.80 ^{de}	18.00 ^a	1.20 ^{cd}	534.60 ^{bcd}	3.90 ^{bc}
	G ₁	107.80 ^{def}	18.00 ^a	1.20 ^{cd}	513.00 ^{cdef}	4.00 ^{bc}
	G ₂	139.90 ^{bc}	15.60 ^{ab}	1.80 ^a	465.30 ^f	3.90 ^{bc}

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارهاست.

Different letters indicate significant difference between the values of pairs of treatment within columns at $P < 0.01$ according Duncan's multiple comparisons test.

سطح برگ و سطح ویژه برگ

شاهد ۲۷ درصد افزایش داشته است. سطح ویژه برگ براساس دو عامل سطح برگ و وزن خشک برگ تعریف می‌شود و نشان‌دهنده ضخامت برگ می‌باشد. برای افزایش سطح ویژه برگ باید یکی از این عوامل تغییر کند. براساس نتایج چون وزن ثابت بوده، افزایش سطح برگ به صورت مستقیم باعث افزایش سطح ویژه برگ شده است. به این معنی که برگ‌ها بدون اینکه وزنشان تغییر کند پهن‌تر شده‌اند و ضخامتشان کمتر شده است. زمانی که غلظت مونوپتاسیم فسفات صفر بوده با افزایش غلظت گلوکز ضخامت برگ‌ها بیشتر شده است. افزایش این صفت به دلیل افزایش سطح برگ در نتیجه انتقال مواد فتوسنتزی و همچنین افزایش رشد سلول می‌باشد.

کلروفیل a و کلروفیل b

براساس مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۴)، تیمار با بیشترین غلظت مونوپتاسیم فسفات (دو گرم بر لیتر) و گلوکز (چهار گرم بر لیتر) و همچنین، تیمار با غلظت یک گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات بدون حضور گلوکز، دارای بیشترین غلظت کلروفیل a بودند. کمترین میزان کلروفیل a مربوط به تیمار با بیشترین غلظت مونوپتاسیم فسفات بدون حضور گلوکز بوده است. میزان این صفت در تیمار با غلظت چهار گرم بر لیتر گلوکز و دو گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات در مقایسه با تیمار دو گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات بدون حضور گلوکز ۷۵ درصد افزایش داشته است. مقایسه میانگین اثرات متقابل گلوکز و مونوپتاسیم فسفات نشان می‌دهد (جدول ۴)، که تلفیق غلظت چهار گرم بر لیتر گلوکز با غلظت دو گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات دارای بیشترین میزان کلروفیل b شده است. کمترین غلظت کلروفیل b هم مربوط به تیماری با بیشترین غلظت مونوپتاسیم فسفات بدون حضور گلوکز بوده است. میزان این صفت در تیمار با غلظت چهار گرم بر لیتر گلوکز و دو گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات نسبت به تیمار شاهد ۵۰ درصد افزایش داشته است. افزایش

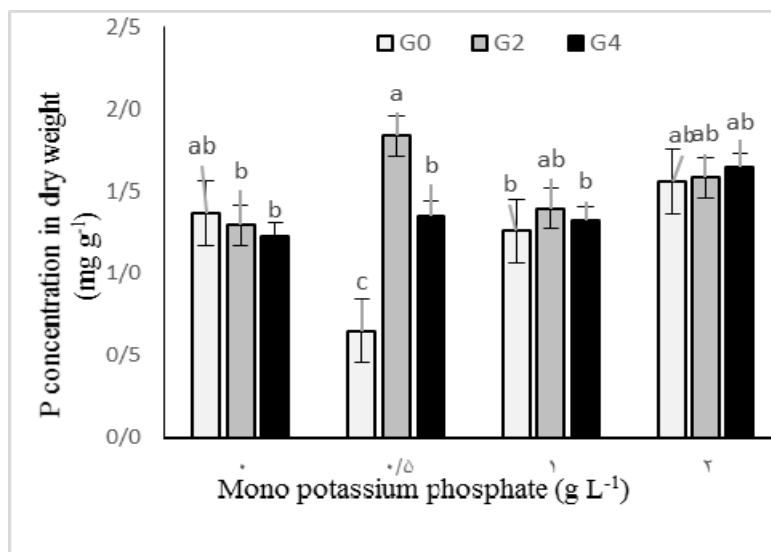
در مقایسه میانگین اثرات متقابل مشاهده شد (جدول ۴) که غلظت یک گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات در تلفیق با غلظت چهار گرم بر لیتر گلوکز بیشترین میزان سطح برگ را داشته که نسبت به شاهد ۱۵ درصد افزایش یافته است. پس از آن گیاهان شاهد دارای بالاترین میزان سطح برگ بوده است. همچنین، تیمار با بیشترین غلظت مونوپتاسیم فسفات و گلوکز جز تیمارهایی با کمترین میزان سطح برگ بوده است. غلظت‌های بالاتر مونوپتاسیم فسفات چه در حضور گلوکز و یا نبود آن موجب کاهش این صفت گردید که می‌تواند نشان‌دهنده اثرات سمی مونوپتاسیم فسفات در غلظت‌های بالاتر بر گیاه باشد. افزایش این صفت در مقایسه با شاهد می‌تواند ناشی از نقش پتاسیم و فسفر در انتقال کربوهیدرات‌ها و تاثیر آن بر صفات فیزیولوژیکی باشد در نتیجه رشد و نمو گیاه و سطح برگ‌ها افزایش می‌یابد. از موارد بسیار مهم در افزایش تعداد سلول و اندازه سلول (افزایش سطح برگ)، نه تنها تولید مواد از طریق فتوسنتز می‌باشد بلکه انتقال مواد نیز هست که دو عنصر فسفر و پتاسیم نقش بسیار مهمی در انتقال این مواد دارند. در آزمایش See و همکاران (۲۰۱۱)، در مورد اثر ساکاروز و متیل جاسمونات بر بیوماس گیاه *Melma malabathricum* مشاهده شد که ساکاروز برای افزایش رشد سلول ضروری می‌باشد. بر اساس مقایسه میانگین اثرات متقابل، غلظت یک گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات در تلفیق با غلظت چهار گرم بر لیتر گلوکز بیشترین میزان سطح ویژه برگ را داشته است. پس از آن تیمار با غلظت نیم گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات در ترکیب با غلظت چهار و دو گرم بر لیتر گلوکز دارای بالاترین میزان سطح برگ ویژه بوده است. همچنین، تیمار با بیشترین غلظت مونوپتاسیم فسفات و گلوکز جز تیمارهایی با کمترین میزان سطح برگ ویژه بوده است. سطح ویژه برگ در تیمار با غلظت چهار گرم بر لیتر گلوکز و یک گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات در مقایسه با تیمار

غلظت کلروفیل، احتمالاً به علت افزایش ساخت آن‌ها و تاثیر بر فعاليت آنزيم‌های مربوط به سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزي می‌باشد. پتاسيم حدود ۶۰ نوع آنزيم گیاه را فعال می‌کند (طباطبایي، ۱۳۹۲ و Evans and Wildes, 1971). همچنين سنتز آنزيم‌های مربوطه می‌تواند از میزان فسفر هم تاثیر پذيرد، به طوری که میزان فسفر ناکافي موجب کاهش ساخته شدن RNA و در نتیجه کاهش سنتز پروتئين گردد (Eaton, 1950). در آزمایش مشايخي و آتشي (۱۳۹۱)، با محلول پاشی ساكاروز و اسیدبوریک، مقدار کلروفیل و قندها در برگ افزایش یافت. همچنين، همبستگی مثبتی بين مقدار کلروفیل a و b، کلروفیل کل و محتوای کاروتنوئيد برگ‌ها با میزان قند کل، گلوکز و ساكاروز برگ و میوه وجود داشت.

فسفر و پتاسيم برگ

مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان می‌دهد (شکل ۱)، که غلظت ۰/۵ گرم بر لیتر مونوپتاسيم فسفات در تلفیق با غلظت دو گرم بر لیتر گلوکز دارای بیشترین میزان فسفر برگ بوده است. کمترین میزان فسفر هم مربوط به تیماری

با غلظت ۰/۵ گرم بر لیتر مونوپتاسيم فسفات بدون حضور گلوکز بوده است. غلظت فسفر برگ در تیمار با غلظت دو گرم بر لیتر گلوکز و ۰/۵ گرم بر لیتر مونوپتاسيم فسفات نسبت به تیمار شاهد ۲۳ درصد و در مقایسه با تیمار ۰/۵ گرم بر لیتر مونوپتاسيم فسفات بدون حضور گلوکز ۶۲ درصد افزایش داشته است. می‌توان نتیجه گرفت که حضور گلوکز در کنار فسفر می‌تواند موجب این افزایش گردد یعنی در حضور مونوپتاسيم فسفات محلول پاشی گلوکز روند افزایشی دارد ولی در عدم حضور مونوپتاسيم فسفات این روند کاهشی است. در آزمایش منوچهری و ملکوتی (۱۳۸۰)، نتایج نشان داد که مصرف کودهای پتاسيمي به همراه کم مصرف ها (مصرف بهینه و متعادل کود) باعث افزایش رشد رويشی در برگ‌ها و رشد سرشاخه‌ها شده و غلظت عناصر در برگ‌ها به طور معنی داری افزایش یافت. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان می‌دهد (شکل ۲)، که غلظت‌های یک و دو گرم بر لیتر مونوپتاسيم فسفات بدون حضور گلوکز همچنين، تیمار شاهد دارای بالاترین میزان پتاسيم بودند. تیمار با بیشترین غلظت مونوپتاسيم فسفات و گلوکز نیز دارای کمترین میزان پتاسيم برگ بود.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل گلوکز و مونوپتاسيم فسفات بر فسفر برگ

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف گلوکز و مونوپتاسیم فسفات بر برخی صفات رشدی و فیزیولوژیکی گیاه توت فرنگی

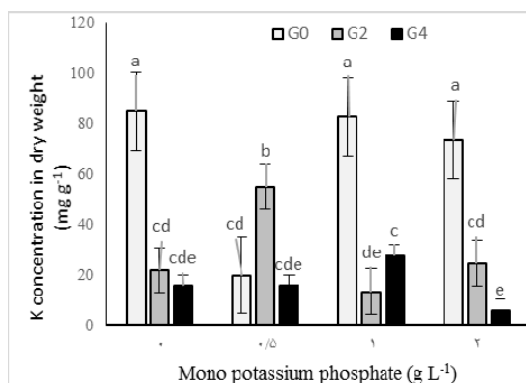
Table 4. The Interaction between glucose and mono potassium phosphate on physiological and growth characteristics

سطوح مونوپتاسیم فسفات MPK levels (g L ⁻¹)	سطوح گلوکز Glucose level (g L ⁻¹)	کلروفیل b	کلروفیل a	سطح ویژه برگ	سطح برگ	وزن تر بوته
		Chlorophyll b	Chlorophyll a	Specific leaf area (cm ² g ⁻¹)	Leaf area (cm ²)	Biomass (g)
		(mg g ⁻¹)				
MPK ₀	G ₀	0.05 ^{fg}	0.21 ^{ef}	1199.10 ^b	13345.40 ^{ab}	13.70 ^{bc}
	G ₁	0.07 ^{cd}	0.31 ^{cd}	747.50 ^c	9163.90 ^c	18.80 ^b
	G ₂	0.07 ^{bcde}	0.33 ^{bc}	443.80 ^{cd}	4417.30 ^d	10.10 ^{cd}
MPK ₁	G ₀	0.06 ^{def}	0.22 ^{de}	358.30 ^{cd}	2711.00 ^d	14.20 ^{bc}
	G ₁	0.05 ^{ef}	0.29 ^{cd}	1274.40 ^{ab}	12027.10 ^b	13.80 ^{bc}
	G ₂	0.05 ^{ef}	0.21 ^f	1583.60 ^{ab}	12088.10 ^b	11.30 ^{cd}
MPK ₂	G ₀	0.08 ^{bcd}	0.41 ^a	485.60 ^{cd}	3860.80 ^d	11.60 ^{cd}
	G ₁	0.09 ^{ab}	0.38 ^{ab}	387.40 ^{cd}	3278.60 ^d	7.00 ^d
	G ₂	0.06 ^{def}	0.23 ^{ef}	1640.80 ^a	15725.20 ^a	28.60 ^a
MPK ₃	G ₀	0.03 ^g	0.12 ^g	359.50 ^{cd}	3362.10 ^d	10.50 ^{cd}
	G ₁	0.09 ^{abc}	0.23 ^{ef}	251.80 ^d	2529.80 ^d	16.40 ^{bc}
	G ₂	0.11 ^a	0.40 ^a	288.00 ^d	3539.80 ^d	10.90 ^{cd}

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارها است.

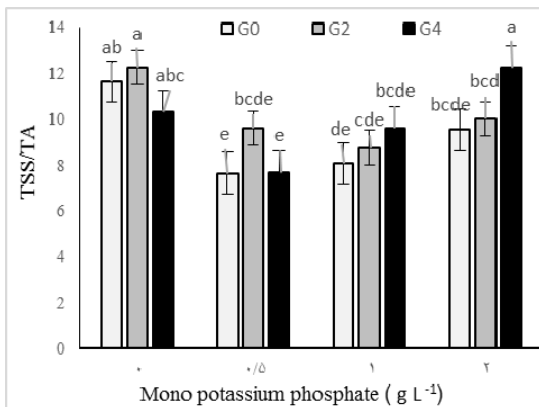
Different letters indicate significant difference between the values of pairs of treatment within columns at P < 0.01 according Duncan's multiple comparisons test.

محلول پاشی کلات آهن و مونو و دی پتاسیم فسفات با غلظت های متفاوت بر انار رقم ملس ساوه باعث افزایش غلظت های پتاسیم و فسفر برگ و میوه تاثیر شده ولی روی غلظت آهن و کلسیم برگ موثر نبوده است.



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل گلوکز و مونوپتاسیم فسفات بر پتاسیم برگ

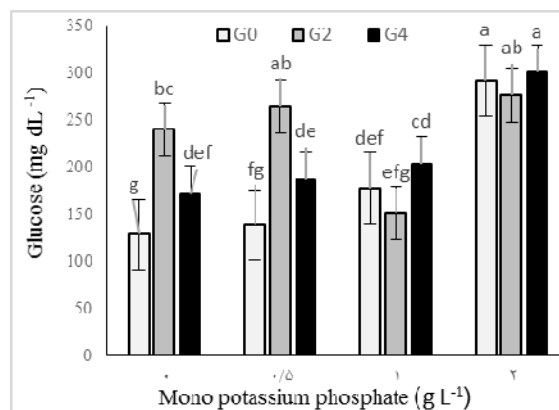
غلظت پتاسیم برگ در تیمارهایی که بدون حضور گلوکز بوده اند در مقایسه با تیماری که دارای بالاترین غلظت گلوکز بوده است به میزان ۹۳ درصد افزایش داشته است. به طوری که حضور گلوکز باعث کاهش پتاسیم برگ شده است. مقدار پتاسیم در شیره آوند آبکش بسیار بالاست (Hall and Baker, 1972). بنابراین، در اندام هایی که در ارتباط با شیره آوند آبکش هستند مانند برگ های جوان، بافت های مرستمی و میوه ها میزان این یون زیاد است (Gassagnes et al., 1969). پتاسیم زمانی که بدون حضور گلوکز بوده، وارد برگ ها شده و باعث افزایش غلظت پتاسیم در برگ شده است. همچنین، این احتمال وجود دارد که انتقال به قسمت های زیرزمینی بیشتر شده است. در آزمایش داورپناه و همکاران (۱۳۹۲)،



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل گلوکز و مونوپتاسیم فسفات بر شاخص طعم

گلوکز میوه

بر اساس مقایسه میانگین اثرات متقابل (شکل ۴)، تیمار دو گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات در ترکیب با همه غلظت‌های گلوکز دارای بیشترین میزان گلوکز در میوه بوده است. کمترین میزان گلوکز میوه هم مربوط به تیمار شاهد بود. که این افزایش میزان گلوکز در تیمار با بالاترین غلظت های گلوکز نسبت به تیمار شاهد ۵۷ درصد بود. با افزایش غلظت گلوکز و مونوپتاسیم فسفات یک روند افزایشی در میزان گلوکز میوه دیده می‌شود. حرکت گلوکز با فسفر و پتاسیم رابطه دارد. از نقش‌های بسیار مهم این دو عنصر انتقال مواد قندی در گیاه است که موجب افزایش انتقال گلوکز به درون میوه شده است.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل گلوکز و مونوپتاسیم فسفات بر میزان گلوکز

شاخص طعم

بر اساس نمودار مقایسه میانگین اثرات متقابل (شکل ۳)، غلظت چهار گرم بر لیتر گلوکز در ترکیب با غلظت دو گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات و همچنین غلظت دو گرم بر لیتر گلوکز بدون حضور مونوپتاسیم فسفات دارای بیشترین شاخص طعم بوده است. کمترین میزان این شاخص نیز مربوط به غلظت ۰/۵ گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات در ترکیب با غلظت دو گرم بر لیتر گلوکز و نیز بدون حضور گلوکز بوده است. شاخص طعم در تیمار با غلظت چهار گرم بر لیتر گلوکز و دو گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات در مقایسه با تیمار چهار گرم بر لیتر گلوکز و ۰/۵ گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات ۳۳ درصد افزایش داشته است. پتاسیم کافی، صفات کیفی را تحت تاثیر قرار داده و موجب افزایش نسبت قند به اسید میوه شده و مزه میوه را بهبود می‌بخشد (کاشی و حکمتی، ۱۳۷۰). احتمالاً حضور گلوکز نیز توانسته میزان این شاخص را افزایش دهد. اثرات گلوکز و مونوپتاسیم فسفات در بالاترین غلظت در ترکیب باهم، احتمالاً به علت اثر مستقیم گلوکز بر میزان گلوکز میوه، موجب افزایش این شاخص شده است. در آزمایش عبادی و همکاران (۱۳۹۲)، اعمال سطوح مختلف پتاسیم محلول غذایی بر توت‌فرنگی رقم سلوا در سیستم هیدروپونیک، با افزایش غلظت پتاسیم تا سه میلی‌اکی‌والان در لیتر در محلول غذایی، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و ویتامین ث میوه افزایش یافتند.

نتیجه گیری کلی

میوه ۵۷ درصد افزایش داشتند. بهترین تیمار برای صفات فیزیولوژیکی، تیماری با غلظت یک گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات در تلفیق با تیمار چهار گرم بر لیتر گلوکز بوده است. تیمار چهار گرم بر لیتر گلوکز و دو گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات بهترین تیمارها برای افزایش میزان کلروفیل، TSS/TA، گلوکز و سفتی بافت میوه و تیمار ۰/۵ گرم بر لیتر مونوپتاسیم فسفات و دو گرم بر لیتر گلوکز برای افزایش غلظت فسفر بوده‌اند.

همچنین، در برخی صفات مانند غلظت پتاسیم و وزن کل میوه‌ها تیمارهایی با غلظت‌های مختلف مونوپتاسیم فسفات بدون حضور گلوکز معنی دار شده‌اند و در صفت تعداد میوه حضور گلوکز و مونوپتاسیم فسفات در غلظت‌های مختلف تفاوت معنی داری را نشان نداده است.

به طور کلی نتایج نشان داد که اثر متقابل غلظت‌های متفاوت این دو ترکیب، تأثیر بسیار معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر برخی صفات فیزیولوژیکی مانند سطح برگ و سطح برگ ویژه داشت. صفات رشدی گیاه مانند غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، غلظت پتاسیم و فسفر برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار شدند. در صفات مربوط به عملکرد و صفات کیفی میوه، تعداد میوه، وزن کل میوه‌ها، سفتی بافت میوه، pH، EC، TSS/TA و گلوکز میوه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شدند و وزن تر بوته (زیست توده) در مقایسه با شاهد ۵۲ درصد، تعداد میوه ۶۸ درصد، وزن کل میوه‌ها ۷۶ درصد، سفتی بافت ۶۷ درصد، شاخص طعم ۳۳ درصد و مقدار گلوکز

منابع

ابراهیمی، ر.، سید معصومی، ی.، ابراهیمی، ف. ۱۳۹۰. اثر غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی بر خصوصیات میوه توت‌فرنگی در سیستم هیدروپونیک. اولین همایش تخصصی توسعه کشاورزی استان‌های شمالغرب کشور، مشکین شهر، دانشگاه پیام نور اردبیل.

اثنی عشری و زکائی خسروشاهی م. ۱۳۸۷. فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت: انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.

بهنامیان، م و مسیحا، س. ۱۳۸۱. توت‌فرنگی (ویرایش دوم): انتشارات ستوده.

تهرانی فر، ع.، وحدتی، ن. ۱۳۸۹. کشت بدون خاک توت‌فرنگی (راهنمای علمی و عملی): نشر جهاد دانشگاهی مشهد.

توحیدلو، ق.، سوری، م.، قره‌خانی، غ.، حکمتی، ج. ۱۳۸۸. کشت ارگانیک توت‌فرنگی: انتشارات علم کشاورزی ایران، تهران.

داورپناه، س.، عسگری سرچشمه، م.، بابالار، م.، حسینی، م.، امانی بنی، م. ۱۳۹۳. اثر محلول پاشی مونو و دی پتاسیم فسفات بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی انار رقم ملس ساوه. مجله علوم باغبانی، شماره ۲۸. صص ۳۸۷-۳۷۹.

زمانی ذ. ۱۳۶۹. بررسی مهم‌ترین خصوصیات و مشخصات انارهای ساوه و مرکزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

طباطبایی، س. ج. ۱۳۹۲. اصول تغذیه معدنی گیاهان: انتشارات دانشگاه تبریز.

کاشی، ع.، حکمتی، ج. ۱۳۷۰. پرورش توت‌فرنگی: انتشارات جعفر سیاه تیری.

مینا مولایی و همکاران: تاثیر محلول پاشی برگي گلوکز و مونوپتاسيم فسفات (KH_2PO_4) بر برخي صفات توت فرنگي در ...

لولایی، ا.، آشوری، م.، صداقت حور، ش.، محمدی پور، ر. ۱۳۹۰. بررسی اثرات محلول پاشی اسید بوریک و سولفات پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی توت فرنگی رقم کاماروسا. اولین کنگره علوم و فناوری های نوین کشاورزی، زنجان، دانشگاه زنجان.

مشایخی، ک.، آتشی، ص. ۱۳۹۱. تاثیر محلول پاشی بور و ساکاروز بر روی برخی خصوصیات بیوشیمیایی گیاه توت فرنگی رقم کاماروسا. مجله پژوهش های تولید گیاهی (علوم کشاورزی و منابع طبیعی)، شماره ۱۹. صص ۱۷۱-۱۵۷

ملکوتی، م. ج.، طباطبایی، س. ج. ۱۳۷۶. تغذیه گیاهان از طریق محلول پاشی: نشر آموزش کشاورزی.

منوچهری، س.، ملکوتی، م. ۱۳۸۰. اثر بخشی نوع و مقادیر کودهای پتاسیمی بر شاخص های رشد، غلظت عناصر معدنی و کیفیت میوه در درختان سیب. نشریه علوم خاک و آب، شماره ۱۵. صص ۱۶۷-۱۷۹

Eaton, S.v, 1950. Effects of phosphorus deficiency on growth and metabolism of soybean. Bot. Gaz. ///, 426-436

Evans, H. J. and Wilds, R. A., 1971. Potassium and its role in enzyme activation, p. 13-39. In: Potassium in Biochemistry and Physiology, Proc. 8th Colloqu. Intern. Potash Institue, Berne.

Gassagnes, P.,Magny, J., Azalbert, P. And Carles, J. 1969: (F) Contribution to investigations into the accumulation of minerals during the growth of apple fruit (Reine des Reinettes). C.R. Acad. Sci. (Paris)Ser. D, 269: 708-711.

Gauchan, D.P.2011. Effect of different sugars on shoot regeneration of Maize (*Zea mays* L.).Kathmanu University Journal of Science Engineering & Technology, 8: 119-124

Hall, D.M. and Baker, D.A. 1972. The chemical composition of Ricinus phloem exudate. Planta 106: 131-140.

Hartt, C. E. 1972. Effect of potassium deficiency upon translocation of ^{14}C in detached blades of sugarcane. Plant Physiol. 49: 569-571.

Jaswant, S., Sharma, K.K., Mann, S.S., Singh, R. and Grewal, G.P.S. 1994. Effect of different chemicals on yield and fruit quality of «LeConte» pear. Acta. Hort. 367: 210-212.

Lichtentaller, H.K., Welburn, A.R. 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvent. Biochem. Soc. Trans. 11: 591-592.

See, K., Bhatt, A., Keng, C. 2011. Effect of sucrose & methyl jasmonate on biomass & anthocyanin production in cell suspension culture of *Melama malabatricm* (Melastomaceae). Revista de Biologia Tropical, 59: 597-606.

Sharma, R.R., Hara Krishna, Patel, V.B., Anil Dahuja., Rajbir Singh. 2006. Fruit calcium content and lipoxygenase activity in relation to albinism disorder in Strawberry. Scientia Horticulturae. 107: 150-154

The effect of foliar application of glucose and mono potassium phosphate (KH_2PO_4) on some characteristics of strawberry in Hydroponic condition

Mina Molaie^{1*}, Seyed Jalal Tabatabaie², Yavar Sharafi³

1- M. Sc Department of Horticultural Science, faculty of Agriculture. Shahed University, Tehran, Iran

*Corresponding Author: Mina Molaie
Email: mmolaie59@yahoo.com

ABSTRACT

Introduction: Strawberry is one of the most important horticultural greenhouse products in different areas. This fruit includes most economical and commercial importance. Also, it is rich in vitamins, nutrients, antioxidants and other substances. The plants that grow in greenhouse have flat taste because they do not receive enough light in winter. The aim of this study was to investigate the effect of glucose and mono potassium phosphate on growth and physiological characteristics, yields and the quality of strawberry cultivar "Camarosa" under hydroponic condition.

Material and Methods: The treatments included foliar application of glucose (without treatment as control, 2 and 4 grams per liter) and mono potassium phosphate (without treatment as control, 0.5, 1 and 2 grams per liter) that applied in two stages of growth. The experiment was conducted as factorial based on completely randomized design in three replications at Shahed University in 2016.

Results and Discussion: The results showed that the integrated foliar application of glucose and mono potassium phosphate had a significant effect ($p < 0.01$) on leaf area, chlorophyll a and b, concentration of potassium and phosphorus, number of fruit, fruit total weight, firmness, electrical conductivity, pH, flavor index and glucose. Some characteristics such as chlorophyll a and b, firmness, flavor index (TSS/TA) and glucose have increased. Otherwise, electrical conductivity, pH, concentration of potassium and phosphorous and leaf area have decreased. The results showed that the highest concentration of glucose increased to 57% in compared to the control treatment.

Conclusions: The best treatment for physiological characteristics was 1 gram per liter mono potassium phosphate in combination with 4 grams per liter glucose. The best treatment for increasing the chlorophyll, TSS/TA, firmness was 4 grams per liter of sugar and 2 grams per liter mono potassium phosphate. However, 0.5 grams per liter mono potassium phosphate and 2 grams per liter glucose were increased the concentration of phosphorus. So, foliar application of glucose and mono potassium phosphate can change the taste and it means the fruit will be sweet and delicious.

Keywords: Glucose, Hydroponics, Mono potassium phosphate, Strawberry