Arc of SID

اثر محلول‌پاشی برگی برخی نمک‌های کلسیم برخصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه عناب رقم چینی (*Ziziphus jujuba* Mill.)

مهدی قسمتی[۱]، فرید مرادی‌نژاد[۲]* و مهدی خیاط[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲-*نویسنده مسئول: دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران (fmoradinezhad@birjand.ac.ir)
۳- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۴

چکیده

خراسان جنوبی با دارا بودن ۹۰ درصد سطح زیر کشت عناب به‌عنوان مهم‌ترین تولیدکننده عناب در کشور مطرح است. میوه تازه عناب در دمای اتاق به‌سرعت چروکیده و نرم می‌شود و پس از پنج تا هفت روز افت کیفیت قابل توجهی حاصل می‌شود. محلول‌پاشی با عناصر معدنی می‌تواند از طریق تأمین مواد غذایی باعث افزایش کیفیت، بازارپسندی و کاهش خسارات بعد از برداشت گردد. کلسیم یکی از عناصر مهم معدنی است که در افزایش کمیت، کیفیت و بازارپسندی میوه‌ها نقش مهمی داراست. به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی نمک‌های کلسیمی بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی و کیفی میوه عناب پژوهشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (آب مقطر)، کلرید کلسیم (۰/۵ و ۱ درصد) و نیترات کلسیم (۰/۵ و ۱ درصد) بودند که طی دو مرحله، در زمان تقسیم سلولی میوه (۲۰ روز بعد از مرحله تمام گل) و کامل شدن رشد سلولی میوه (۴۰ روز بعد از مرحله تمام گل)، محلول‌پاشی انجام شد. در اواسط مرداد (۷۰ روز بعد ازمرحله تمام گل) و در زمان رنگ‌گیری میوه برداشت انجام شد. نتایج نشان داد که کاربرد نیترات کلسیم ۰/۵ درصد باعث افزایش معنی‌دار در وزن تازه میوه، ماده خشک، طول و عرض میوه شد. همچنین تیمار کلرید کلسیم ۰/۵ درصد میزان سفتی بافت میوه، کارتنوئید و محتوای فنول کل میوه را افزایش داد. بیشترین میزان مواد جامد محلول و محتوای کلسیم میوه از تیمار کلرید کلسیم یک درصد حاصل شد اما محلول‌پاشی با نمک‌های مختلف کلسیمی بر pH میوه اثر معنی‌داری نداشت. به‌طورکلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که محلول‌پاشی با کلرید کلسیم و نیترات کلسیم ۰/۵ درصد توانست ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی میوه عناب تازه را بهبود بخشد.

کلید واژه‌ها: **سفتی، فنول کل، کارتنوئید، کیفیت، عملکرد**

مقدمه

عناب رقم چینی با نام علمی *Ziziphus jujuba* Mill. متعلق به خانواده Rhamnaceae است. بیش از ۹۰ درصد از سطح زیر کشت عناب ایران در استان خراسان جنوبی است که این درختان به‌خوبی با خشکی، گرما و محیط‌های بیابانی سازگار هستند (Ghouth, 2009). این میوه منبع غنی از ویتامین ث، پروتئین و اسیدهای آمینه است که به‌صورت تازه‌خوری و خشک شده مصرف می‌شود (Morton, 1987). با وجود این، میوه تازه در مدت یک هفته پس از برداشت کیفیت خود را در شرایط دمای معمول از دست می‌دهد. تغذیه مناسب در مراحل مختلف فنولوژیکی گیاه یکی از عوامل تأثیرگذار بر خصوصیات میوه است (Bybordi and Tabatabaei, 2008). کلسیم شاید یکی از مهم‌ترین عناصر معدنی باشد که در

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین کیفیت میوه دخالت داشته، بلوغ و رسیدگی میوه را به تأخیر انداخته و باعث افزایش استحکام بافت و مواد جامد محلول در میوه می‌شود (Anderson and Campbeh, 1996). میوه‌هایی که دارای مقدار کلسیم کافی هستند، بهتر می‌توانند حمل و نقل شوند و در شرایط مساعد، مدت بیشتری باقی می‌مانند، همچنین غلظت بالای کلسیم در غشاء باعث افزایش پایداری غشاء شده و میوه دیرتر نرم می‌شود با این‌که کلسیم به‌اندازه کافی در خاک وجود دارد، اما کمبود موضعی کلسیم ممکن است در برخی میوه‌ها تبدیل به یک مشکل شود (Montanaro *et al.*, 2006). مشکل بزرگ برای انتقال کلسیم به میوه، نفوذ به داخل میوه است که کاربرد خاکی کلسیم برای افزایش غلظت کلسیم میوه اغلب موفقیت اندکی دارد لذا استفاده مستقیم کلسیم بر روی برگ و میوه مؤثرترین روش برای افزایش مقدار کلسیم میوه است (Poovaiah, 1986). بنابراین یکی از راه‌های افزایش کلسیم، محلول‌پاشی قبل از برداشت است که سبب بهبود ویژگی میوه و افزایش کلسیم در گوشت میوه می‌باشد (Heerema *et al.*, 2008). در بین ترکیبات مختلف کلسیمی، کلریدکلسیم توانایی نفوذ به کوتیکول میوه را داشته و باعث افزایش استحکام میوه می‌شود (Tzoutzoukou and Bouranis, 1997). بررسی منابع نشان می‌دهد که محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر روی درختان آلبالو باعث تأخیر در پیری و از دست دادن رطوبت در میوه می‌شود (LaMar Anderson and Campbell, 1993). در میوه زردآلو ۲۱ روز قبل از برداشت میوه، محلول‌پاشی با کلرید کلسیم به مقدار ۰/۵ درصد، سبب افزایش سفتی بافت میوه، کاهش تولید اتیلن و تنفس گیاه و در نتیجه تأخیر در پیری میوه می‌شود (Tzoutzoukou and Bouranis, 1997). یکی دیگر از نمک‌های کلسیمی که اثر مفیدی بر کیفیت میوه‌ها دارد، نیترات کلسیم است. گزارش‌شده است که نیترات کلسیم باعث به تأخیر انداختن پیری و کاهش میزان تنفس می‌شود همچنین محلول‌پاشی نیترات کلسیم باعث افزایش استحکام، کاهش ترک‌خوردگی، کاهش پوسیدگی پس از برداشت میوه هلو شده است (Kathryn and Brannen, 2008). در سدر هندی محلول‌پاشی با نیترات کلسیم، باعث کوتاه‌شدن دوره رسیدن، افزایش در میزان کلسیم و تغییرات رنگ می‌شود (Kassem *et al.*, 2011). گزارش‌های اندکی درباره اثرات نمک‌های مختلف کلسیمی بر خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه عناب وجود دارد به‌عنوان مثال در آزمایشی اثر کلسیم بر میوه عناب نشان داد که کلسیم سبب افزایش مواد جامد محلول، و افزایش شیرینی و کیفیت تازه‌خوری میوه می‌شود (Mao *et al.*, 2014). همچنین درختان عناب ارقام 'زیتونی'[1] و 'بمباوی'[2] محلول‌پاشی شده با نمک کلسیم مقدار وزن میوه، پروتئین، ویتامین ث و محتوای کلسیم میوه آن‌ها افزایش یافت (Al-yousif and Al-Miahy, 2007). با وجود اثرات مثبت محلول‌پاشی قبل از برداشت نمک‌های کلسیمی تاکنون در خصوص اثر این نمک‌ها و مقایسه آن‌ها بر تغییرات فیزیکوشیمیایی و خواص دارویی عناب بومی ایران، به خصوص در استان خراسان جنوبی گزارشی ارائه نشده است. از این‌رو هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر محلول‌پاشی با نمک‌های مختلف کلسیمی بر خصوصیات فیزیکی، بیوشیمیایی و کیفی میوه تازه عناب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در تابستان ۱۳۹۵ در باغ عناب واقع در هفت کیلومتری از مرکز شهرستان بیرجند و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار اجرا شد در این آزمایش از درختان پنج ساله با فاصله روی ردیف چهارمتر و بین ردیف پنج متر استفاده شد. آبیاری باغ به صورت قطره‌ای بوده و از زمان به گل رفتن درخت تا مرحله میوه‌دهی هیچ‌گونه کودهی و عملیات سمپاشی صورت نگرفته بود. قبل از اعمال تیمارها جهت

1- Zaitooni (*Ziziphus mauritiana*)
2- Bambawi (*Ziziphus spina-christi*)

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک باغ، از عمق ۶۰-۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری‌های مختلفی انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱- آنالیز خاک محل آزمایش
Table 1. Soil analysis of experiment site

آنالیز خاک Soil analysis	مقدار Quantity
بافت خاک Soil texture	شنی لومی Loamy sandy
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS/m^{-1})	6.23
اسیدیته pH	8.36
ماده آلی (درصد) Organic matter (%)	0.44
نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	0.03
فسفر (میلی‌اکی والان در لیتر) P ($meq.l^{-1}$)	12.34
پتاسیم (میلی‌اکی والان در لیتر (K ($meq.l^{-1}$)	11.35
کلسیم (میلی‌اکی والان در لیتر) Ca ($meq.l^{-1}$)	28
رس (درصد) Clay (%)	10
شن (درصد) Sand (%)	51
سیلت (درصد) Silt (%)	32

تیمارهای آزمایش شامل کلرید کلسیم (۰/۵ و ۱ درصد)، نیترات کلسیم (۰/۵ و ۱ درصد) و شاهد (آب مقطر) بودند. نمک‌های مورد استفاده ساخت شرکت مرک آلمان بودند. قبل از عمل محلول‌پاشی ۲۰ درخت همسن و یکنواخت عناب در چهار ردیف (بلوک) انتخاب شد در هنگام عصر در خنکی هوا و بدون باد و بارندگی انجام گردید. عملیات محلول‌پاشی طی دو مرحله که مرحله نخست در اواخر خرداد زمانی که میوه‌ها به قطر سه میلی‌متر و به رنگ سبز بودند (۲۰ روز بعد از مرحله تمام گل) و مرحله دوم در نیمه تیرماه (۴۰ روز بعد از مرحله تمام گل) انجام شد. نمونه‌گیری از میوه‌ها در اواسط مردادماه (۷۰ روز بعد از مرحله تمام گل) و در مرحله رنگ‌گیری کامل از قسمت‌های مختلف هر درخت تیمار شده برداشت و به آزمایشگاه فیزیولوژی باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند منتقل شدند. پس از جداسازی میوه‌های سالم، میوه‌های یکسان ازنظر شکل، اندازه و رنگ انتخاب گردید و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

اندازه‌گیری صفات فیزیکی میوه

برای اندازه‌گیری وزن‌تر میوه، ۱۰ عدد میوه به‌صورت تصادفی از هر تکرار انتخاب و توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها معادل وزن تازه میوه در نظر گرفته شد (Kazemi, 2016). جهت اندازه‌گیری ماده خشک، میوه‌های تازه را تا رسیدن به وزن ثابت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت در آون قرار داده و درصد ماده خشک از تقسیم وزن خشک بر وزن تر و به‌صورت درصد محاسبه گردید (Douleh *et al.*, 2010). برای اندازه‌گیری طول و قطر میوه ۱۰ عدد میوه از هر تکرار به‌صورت تصادفی برداشته شد و توسط دستگاه کولیس دیجیتالی (LINEAR 49-923) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد و میانگین مربوط به ۱۰ قطر یا طول میوه به‌عنوان قطر یا طول میوه در هر تکرار در نظر گرفته شد. اندازه‌گیری شاخص سفتی میوه توسط دستگاه پنترومتر (FHT 200, Extech CO., USA) و با نوک دو میلی‌متر انجام شد و بر اساس نیوتن بر سانتی‌متر مربع بیان گردید.

اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی میوه

اندازه‌گیری مواد جامد محلول با استفاده از رفرکتومتر دستی (RF10, 0-32° Brix, Extech Co., USA) و اسیدیته میوه به وسیله دستگاه pHمتر دیجیتالی (Metller Toledo, Switzerland) محاسبه شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جهت تعیین کارتنوئید میوه ۰/۵ گرم از میوه تازه را با ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد مخلوط کرده و محلول حاصل به مدت ۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژشده و جذب در طول‌موج‌های ۶۴۶/۸، ۶۶۳/۲ و ۴۷۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد (Lichtenthaler, 1987). میزان فنول کل میوه با استفاده از معرف فولین سیکالتو و به وسیله اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Chuah *et al.*, 2008). اندازه‌گیری میزان کلسیم به روش خاکستر کردن خشک میوه و از طریق دستگاه جذب اتمی (Germany, Contr AA700) انجام شد (Li *et al.*, 2007).

تجزیه داده‌ها

تجزیه آماری داده‌ها بر اساس طرح آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۱۲ و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد.

نتایج صفات فیزیکی میوه

وزن تر میوه

محلول‌پاشی نمک‌های کلسیمی اثر معنی‌داری (در سطح یک درصد) بر میانگین وزن تازه میوه داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تمام تیمارهای محلول‌پاشی با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). تیمارهای نیترات کلسیم ۰/۵ درصد (۴/۴۳ گرم) و یک درصد (۴/۳۹ گرم) بیشترین اثر بر وزن تازه میوه داشتند، اگرچه این تیمارها با کلرید کلسیم ۰/۵درصد اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین کمترین اثر بر وزن تازه میوه، در تیمار شاهد (۲/۷۷ گرم) مشاهده شد و بین تیمارهای کلرید کلسیم ۰/۵ و یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳) طی تحقیقی گزارش شد که وزن تازه میوه سیب تحت تأثیر نیترات کلسیم نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Lanauskas *et al.*, 2012). نمک نیترات کلسیم دارای منبع غنی از نیتروژن می‌باشد، که نیتروژن نیز در ساختار آنزیم‌ها دخالت داشته و سبب افزایش تقسیم سلولی و در نتیجه اندازه سلول می‌شود (Khalili and Naseri, 2016). گزارش‌شده است که محلول‌پاشی عناب با اوره به دلیل وجود منبع نیتروژنی باعث افزایش اندازه و عملکرد میوه می‌شود (Nakhaei, 2015). در واقع نیتروژن سبب تحریک تشکیل اسیدهای‌آمینه، افزایش میزان رشد رویشی، افزایش فتوسنتز و ذخیره کربوهیدرات می‌شود که به تبع آن تشکیل میوه، اندازه و عملکرد را افزایش می‌دهد (Bybordi and Tabatabaei, 2008). بنابراین به احتمال زیاد نیتروژن موجود در نیترات کلسیم باعث درشت و بزرگ‌تر شدن میوه و افزایش وزن تر شده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس کاربرد برگی نمک‌های مختلف کلسیمی بر خصوصیات فیزیکی میوه عناب

Table 2. Analysis of variance of foliar application with different calcium salts on physical properties of jujube fruit

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares				
		وزن تازه Fresh weight	درصد ماده خشک Dry matter	طول میوه Fruit length	قطر میوه Fruit diameter	سفتی Firmness
بلوک Block	3	0.0349^{ns}	8.034^{ns}	0.2846^{ns}	0.9612^{ns}	0.813^{ns}
تیمار Treatment	4	1.8206**	203.167*	9.8369**	4.2533*	8.854*
خطا Error	12	0.2027	53.48	1.2029	1.0906	1.848
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)	-	11.75	13.90	5.45	5.78	3.34

*، ** و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

*, ** and ns represent significant level of 1, 5% and non-significant difference, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اثر کاربرد برگی با نمک‌های مختلف کلسیمی بر خصوصیات فیزیکی میوه عناب

Table 3. Effect of foliar application with different calcium salts on physical properties of jujube fruit

تیمار Treatment	وزن تر (گرم) Fresh weight (g)	درصد ماده خشک (درصد) Dry matter (%)	طول میوه (میلی‌متر) Fruit length (mm)	قطر میوه (میلی‌متر) Fruit diameter (mm)	سفتی (نیوتن بر سانتی‌متر مربع) Firmness (N/cm^{-2})
شاهد Control	2.77[c]	41.70[b]	17.55[c]	16.28[b]	13.96[b]
نیترات کلسیم ۰/۵ درصد $Ca(No_3)_2$ 0.5%	4.43[a]	60.14[a]	21.56[a]	19.10[a]	16.22[a]
نیترات کلسیم ۱ درصد $Ca(No_3)_2$ 1%	4.39[a]	57.56[a]	20.92[ab]	18.23[a]	17.34[a]
کلرید کلسیم ۰/۵ درصد $CaCl_2$ 0.5%	3.85[ab]	52.70[ab]	19.80[a]	17.60[ab]	17.80[a]
کلرید کلسیم ۱ درصد $CaCl_2$ 1%	3.69[b]	50.91[ab]	20.76[ab]	17.65[ab]	16.07[a]

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

In each column means with the same letter are not significantly different at 5% probability level.

ماده خشک

نتایج نشان داد که تأثیر غلظت‌های مختلف نمک‌های کلسیمی (در سطح پنج درصد) بر ماده خشک میوه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین ماده خشک به ترتیب از تیمار ۰/۵ درصد نیترات کلسیم و شاهد به‌ترتیب به میزان ۶۰/۱۴ و ۴۱/۷۰ درصد به دست آمد (جدول ۳). بین تیمارهای ۰/۵ و یک درصد کلرید کلسیم و شاهد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجودنداشت در واقع تنها تیمارهای نیترات کلسیم موجب افزایش معنی‌دار ماده خشک نسبت به شاهد شدند. طی آزمایشی گزارش شد که محلول‌پاشی کلرید کلسیم باعث افزایش ماده خشک میوه کیوی می‌شود (Gerasopoulos *et al.*, 1996). همچنین در پژوهش دیگری اثر غلظت‌های مختلف نیترات کلسیم (۴، ۶ و ۸ میلی‌مولار) بر شاخص‌های رشد گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که گوجه‌فرنگی تیمار شده با کمترین غلظت (۴ میلی‌مولار) حداکثر ماده خشک دارد (Peyvast *et al.*, 2009). علاوه بر این میوه‌های انار محلول پاشی شده با نیترات کلسیم ۰/۵ درصد بیشترین درصد ماده خشک داشتند که نتایج تحقیق ما با این پژوهش مطابقت دارد (Rastegari Hedesh, 2013). یکی از شاخص‌های کیفی میوه افزایش میزان ماده خشک آن است، چراکه با بالا بودن میزان ماده خشک نه تنها کیفیت تازه‌خوری میوه افزایش می‌یابد، بلکه سبب افزایش دوره انبارمانی خواهد شد (Buxton, 2005).

کلسیم ازجمله عناصری می‌باشد که با ماده خشک موجود در میوه رابطه مستقیم دارد(Smith *et al.*, 1994). این عنصر در فرایند فتوسنتز نقش دارد و با افزایش کارایی کربوکسیلاسیون بیومس را افزایش می‌دهد علاوه بر این ممکن است نیترات موجود در نمک نیترات کلسیم با افزایش فعالیت آنزیم‌های درگیر در فتوسنتز باعث افزایش تجمع ماده خشک در اندام گیاه شده باشد (Rastegari Hedesh, 2013).

طول و قطر میوه

غلظت‌های مختلف نمک‌های کلسیمی اثر معنی‌داری (در سطح یک درصد) بر صفت طول میوه داشت (جدول ۲). به‌طوری‌که بیشترین طول میوه در تیمار نیترات کلسیم ۰/۵ درصد (۲۱/۵۶ میلی‌متر) و کمترین طول میوه در تیمار شاهد (۱۷/۵۵ میلی‌متر) مشاهده شد اما با این حال بین تیمارهای مختلف کلسیمی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). علاوه براین، اثر

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهای نمک‌های کلسیمی بر قطر میوه در سطح پنج درصد نیز معنی‌دار شد (جدول ۲). اگرچه حداکثر قطر میوه از تیمار ۰/۵ درصد نیترات کلسیم (۱۹/۱۰ میلی‌متر) به دست آمد اما بین تمام تیمارهای نیترات کلسیم و کلرید کلسیم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. کمترین میزان قطر میوه از تیمار شاهد (۱۶/۲۸ میلی‌متر) حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای مختلف کلرید کلسیم نداشت (جدول ۳). در واقع فقط تیمارهای نیترات کلسیمی باعث افزایش معنی‌دار قطر میوه نسبت به شاهد شدند. در آزمایشی به‌طور مشابه، اثرمحلول‌پاشی با نیترات کلسیم و نیترات پتاسیم بر میوه انجیر بررسی شد و بیان گردید که اثر ساده نیترات کلسیم باعث افزایش طول و قطره میوه انجیر نسبت به شاهد می‌شود وقتی طول و قطر میوه افزایش پیدا می‌کند در واقع میوه‌ها درشت‌تر و بزرگ‌تر شده‌اند که در نتیجه موجب افزایش عملکرد و همچنین بهبود کیفیت و بازارپسندی میوه عناب می‌گردد، به‌ویژه به دلیل کوچک بودن اندازه میوه عناب در اغلب ارقام این موضوع می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد (Irget *et al.*, 1999).

سفتی میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محلول‌پاشی نمک‌های کلسیمی بر سفتی میوه اثر معنی‌داری در سطح پنج درصد داشته است (جدول ۲). درواقع تمامی تیمارها نسبت به شاهد تأثیر معنی‌داری بر سفتی بافت میوه داشتند اما با این وجود بیشترین میزان سفتی بافت میوه از تیمار کلرید کلسیم ۰/۵ درصد (۱۷/۸۰ نیوتن بر سانتی‌متر مربع) حاصل شد و کمترین میزان سفتی مربوط به تیمار شاهد (۱۳/۹۶ نیوتن بر سانتی‌متر مربع) بود (جدول ۳). در آزمایشی نشان داده شد که محلول‌پاشی کلرید کلسیم باعث افزایش میزان سفتی بافت میوه سیب می شود (Delmaghani *et al.*, 2004). همچنین افزایش استحکام بافت میوه زردآلو تحت اثر محلول‌پاشی با کلرید کلسیم نیز گزارش شده است (Tzoutzoukou and Bouranis, 1997). کلسیم جزء اصلی ساختمان دیواره سلول می‌باشد که در تیغه میانی سلول نقش اساسی دارد، افزایش میزان کلسیم در سلول باعث افزایش میزان پکتات کلسیم و ضخامت دیواره سلول شده و در نتیجه استحکام بافت را افزایش می‌دهد در واقع استفاده از نمک‌های کلسیمی مثل کلرید کلسیم از تبدیل پکتین نامحلول به محلول و کاهش استحکام بافت جلوگیری می‌کند. علاوه بر این پژوهشگران دلیل افزایش استحکام بافت میوه توسط کلرید کلسیم را نقش کلیدی کلسیم در کاهش تولید CO_2 و جلوگیری از کاهش اسید آسکوربیک، کاهش خروج آب از سلول و در نتیجه کاهش پلاسمولیز و پیری میوه می‌دانند و بیان می‌کنند که کلسیم عامل اتصال‌دهنده بین سلولی است و به ترکیبات پکتین در تیغه میانی ثبات می‌بخشد (Singh, 1990).

نتایج صفات بیوشیمیایی میوه

مواد جامد محلول

محلول‌پاشی بانمک‌های مختلف کلسیمی بر میزان مواد جامد محلول میوه عناب اثر معنی‌دار (در سطح یک درصد) داشت (جدول ۴). با وجود این محلول پاشی با نیترات کلسیم ۰/۵ درصد موجب افزایش معنی‌دار مواد جامد محلول نسبت به شاهد نشد. بیشترین مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم یک و ۰/۵ درصد (۱۷/۲۵ و۱۷/۱۲ درصد) وکمترین میزان مواد جامد محلول در میوه‌های شاهد (۱۴/۵ درصد) به دست آمد (جدول ۵). محققین با محلول‌پاشی قبل از برداشت با غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم (صفر، ۱ و ۲ درصد) در میوه انار به این نتیجه دست یافتند که میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم پس از خروج از انبار مواد جامد محلول بیشتری نسبت به شاهد داشتند (Ranjbar *et al.*, 2007). همچنین در تحقیقی دیگر به‌طور مشابه نشان داده شد که محلول‌پاشی با غلظت ۰/۵ درصد کلرید کلسیم بر سیب رقم 'آنا'[1] موجب افزایش مواد جامد محلول میوه نسبت به شاهد می‌شود (Khalifa *et al.*, 2009). افزایش مواد جامد محلول مربوط به کاهش آب میوه

1- Anna

www.SID.ir

Archive of SID

است که به نوبه خود باعث افزایش غلظت مواد جامد محلول می‌شود (Salukha *et al.*, 1974). کاربرد کلسیم باعث افزایش مواد جامد محلول در دیواره سلولی میوه می‌شود (Malakouti, 2007). میزان مواد جامد محلول به‌طور مستقیم بستگی به کارایی فتوسنتز و میزان مواد حاصل از فتوسنتز، انتقال قندها به آوندها و پارانشیم‌های میوه دارد از آنجا که کاربرد کلسیم باعث افزایش میزان کلروفیل و کارایی فتوسنتز می‌شود در این پژوهش به نظرمی‌رسد در اثر کاربرد کلسیم، میزان فتوسنتز افزایش و در نتیجه تجمع مواد کربوهیدراته در میوه بیشترشده که متعاقب آن سهم بیشتری از مواد آسمیلاته به میوه‌ها می‌رسد که به نوبه خود باعث افزایش غلظت مواد جامد محلول می‌شود (Salukha *et al.*, 1974).

جدول ٤- تجزیه واریانس کاربرد برگی نمک‌های مختلف کلسیمی بر خصوصیات بیوشیمیایی میوه عناب

Table 4. Analysis of variance of foliar application with different calcium salts on biochemical properties of jujube fruit

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares				
		مواد جامد محلول TSS	اسیدیته pH	کارتنوئید Carotenoids	فنول کل Total phenol	کلسیم میوه Fruit calcium
بلوک Block	3	0.83^{ns}	0.018^{ns}	0.0018^{ns}	0.0011^{ns}	0.0349^{ns}
تیمار Treatment	4	5.46^{**}	0.043^{ns}	0.022^{**}	0.046^{**}	0.3834^{**}
خطا Error	12	0.51	0.021	0.0024	0.0029	0.0180
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)	-	4.46	2.05	19.15	0.49	5.408

*، ** و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

*, ** and ns represent significant level of 1%, 5% and non-significant difference, respectively.

جدول ٥- اثر کاربرد برگی با نمک‌های مختلف کلسیمی بر خصوصیات بیوشیمیایی میوه عناب

Table 5. Effect of foliar application with different calcium salts on biochemical properties of jujube fruit

تیمار Treatment	مواد جامد محلول (درصد) TSS (%)	اسیدیته pH	کارتنوئید (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) Carotenoids (mg/100g FW)	فنول کل (میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن تر) Total phenol (mg gallic acid/100g FW)	کلسیم میوه (میلی‌گرم در لیتر) Fruit calcium (mg/l)
شاهد Control	14.50^{c}	6.95^{a}	0.16^{c}	10.85^{c}	2.07^{d}
نیترات کلسیم ۰/۵ درصد $Ca(No_3)_2$ 0.5%	15.50^{bc}	7.05^{a}	0.22^{bc}	10.87^{c}	2.32^{c}
نیترات کلسیم ۱ درصد $Ca\ (No_3)_2$ 1%	15.62^{b}	7.07^{a}	0.25^{b}	11.00^{b}	2.51^{bc}
کلرید کلسیم ۰/۵ درصد $CaCl_2$ 0.5%	17.12^{a}	7.24^{a}	0.36^{a}	11.10^{a}	2.57^{b}
کلرید کلسیم ۱ درصد $CaCl_2$ 1%	17.25^{a}	7.13^{a}	0.29^{ab}	11.04^{ab}	2.91^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

In each column means with the same letter are not significantly different at 5% probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

اسیدیته میوه

طبق جدول (۴) اثر محلول‌پاشی بر pH عصاره میوه معنی‌دار نشده است. نتایج پژوهش حاضر در این خصوص با نتایج به دست آمده در میوه انگور و میوه سیب (Delmaghani *et al*., 2004؛ Amiri *et al*., 2009) مطابقت دارد.

کارتنوئید

تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارها بر میزان کارتنوئید (در سطح یک درصد) معنی‌دار بود (جدول ۴). اگرچه نیترات کلسیم ۰/۵ درصد با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت اما بقیه تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند به‌طوری‌که بیشترین و کمترین میزان کارتنوئید به‌ترتیب در تیمار ۰/۵ درصد کلرید کلسیم (۰/۳۶ میلی‌گرم در صد گرم وزن تازه) و شاهد (۰/۱۶ میلی‌گرم در صد گرم وزن تازه) حاصل شد (جدول ۵). در آزمایشی اثر محلول‌پاشی نیترات کلسیم در فلفل شیرین مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که محلول‌پاشی کلسیم باعث افزایش محتوای کارتنوئید در میوه می‌شود (Buczkowska *et al*., 2016). همچنین گزارش شده است که دو هفته قبل از برداشت پرتقال، محلول‌پاشی با ترکیبات کلسیمی باعث افزایش میزان کارتنوئید میوه می‌شود (Barry and Van Wyk, 2004). علاوه برآن، افزایش محتوای کارتنوئید گوجه‌فرنگی تحت تأثیر کلرید کلسیم توسط محققین گزارش شده است (Kazemi, 2014). کارتنوئید و کلروفیل از جمله رنگیزه‌های فتوسنتزی هستند که رنگ میوه را شامل می‌شوند به نظر می‌رسد که ترکیبات کلسیمی باعث تخریب کلروفیل و افزایش سنتز کارتنوئید می‌شود، در واقع کلسیم با تأثیرمثبت در مسیر سنتز بتاکاروتن محتوی کارتنویید میوه را افزایش می‌دهد (Barry and Roux, 2010؛ Singh *et al*., 2012).

فنول کل

محلول‌پاشی با نمک‌های مختلف کلسیمی اثر معنی‌داری (در سطح یک درصد) بر میزان فنول کل میوه داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین تیمارهای مختلف کلسیمی بیشترین و کمترین اثر بر میزان فنول کل میوه به‌ترتیب در تیمارهای کلرید کلسیم ۰/۵ درصد (۱۱/۱۰ میلی‌گرم اسید گالیک در صد گرم وزن تازه) و شاهد (۱۰/۸۵ میلی‌گرم اسید گالیک در صد گرم وزن تازه) به دست آمد (جدول ۵) . بین تیمار شاهد و نیترات کلسیم ۰/۵ درصد و همچنین بین تیمارهای مختلف کلرید کلسیم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج متناقضی در مورد اثر کلسیم بر سنتز ترکیبات فنولی وجود دارد، به‌عنوان مثال در آزمایشی مشخص شد که محلول‌پاشی قبل از برداشت کلسیم در سیب رقم 'استارکینگ'[1] میزان فنول کل میوه را نسبت به شاهد افزایش می‌دهد (Samomaru *et al*., 1998). همچنین محققین گزارش کردندکه محلول‌پاشی قبل از برداشت با کلرید کلسیم با غلظت ۵۰ میلی‌گرم میزان محتوای فنول کل شلیل رقم 'رد گلد'[2] را افزایش داد (Khalili and Naseri, 2016). از طرف دیگر بررسی اثر نمک‌های مختلف کلسیمی بر کیفیت میوه‌های زغال‌اخته نشان داد که تیمارهای مختلف کلسیمی سبب کاهش ترکیبات فنولی در میوه‌ها می‌شوند (Ochmian, 2012). به‌طورکلی، نتایج تحقیقات بیانگر این است که کلسیم با تأثیر بر فعالیت آنزیم‌های فنیل آلانین آمونیالیاز که یک آنزیم کلیدی در سنتز ترکیبات فنولی است و پراکسیداز و پلی‌فنول‌اکسیداز که سبب اکسیداسیون ترکیبات فنولی می‌شود بر مقدار تجمع ترکیبات فنول تأثیر می‌گذارد (Suntharalingam, 1996).

کلسیم میوه

محلول‌پاشی نمک‌های کلسیمی اثر معنی‌داری (در سطح یک درصد) بر میزان کلسیم میوه داشت (جدول ۴). کلرید کلسیم در هر دو غلظت (۰/۵ و یک درصد) باعث افزایش معنی‌دار میزان کلسیم در میوه نسبت به شاهد شدند به‌طوری‌که بیشترین میزان کلسیم در

1- Starking
2- Red gold

www.SID.ir

Archive of SID

میوه‌های تیمارشده با کلرید کلسیم یک درصد (۲/۹۱ میلی‌گرم بر گرم) مشاهده شد و کمترین میزان کلسیم در میوه‌های شاهد (۲/۰۷ میلی‌گرم برگرم) به دست آمد (جدول ۵). با افزایش غلظت تیمارهای کلسیمی، میزان کلسیم بافت میوه نیز افزایش یافت اما بین غلظت‌های مختلف نیترات کلسیم از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در آزمایشی اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم در میوه کیوی مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که میوه‌های کیوی محلول‌پاشی شده با غلظت ۱/۵ درصد کلرید کلسیم، محتوای کلسیم بیشتری نسبت به شاهد داشتند (Gerasopoulos *et al.*, 1996). همچنین محققین گزارش کردند که میوه‌های سیب تیمارشده با کلسیم، نسبت به شاهد غلظت کلسیم بیشتری در بافت داشتند (Hosseini Farahi *et al.*, 2008). رطوبت خاک جذب کلسیم توسط ریشه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد به این صورت که خاک‌ها با رطوبت بالا امکان تعرق میوه را افزایش و انتقال جریان خام را که حاوی کلسیم است به سمت میوه افزایش می‌دهد. از آنجایی که استان خراسان جنوبی در منطقه خشک و کم رطوبت واقع شده است، احتمالاً انتقال کلسیم از خاک به میوه بسیار کم یا ناچیز بوده بنابراین یکی از دلایل افزایش میزان کلسیم درون میوه‌های تیمارشده با کلرید کلسیم می‌تواند به دلیل محلول‌پاشی مستقیم بر روی میوه باشد چراکه این امکان وجود دارد که کلسیم از بافت میوه عبور و در آن تجمع یابد (Poovaiah, 1986).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج آزمایش گویای این است که محلول‌پاشی قبل از برداشت با نمک‌های مختلف کلسیمی باعث افزایش در برخی خصوصیات فیزیکو شیمیایی و کیفیت میوه تازه عناب شد. افزایش کلسیم در میوه موجب سفتی و تردی بیشتر میوه شده که در نتیجه زمان جابه‌جایی و حمل‌ونقل، میوه کمتر دچار آسیب می‌شود که از لحاظ اقتصادی مهم می‌باشد. علاوه براین درشت‌تر و تردتر بودن میوه عناب می‌تواند بهبود کیفیت تازه‌خوری و بازارپسندی بیشتری را به همراه داشته باشد محلول‌پاشی با نمک‌های کلسیمی همچنین باعث افزایش مواد جامد محلول، فنول کل و کارتنوئید شد که از جمله ویژگی‌های مهم در میوه‌ها و سبزیجات هستند، محتوای فنولی موجود در میوه‌ها نشانگر کیفیت محصول می‌باشد چرا که بر ارزش غذایی و همچنین خواص ظاهری مانند رنگ و طعم محصول تأثیرگذار است، بنابراین افزایش میزان فنول می‌تواند در بهتر شدن کیفیت میوه عناب مؤثر باشد. نتایج این پژوهش مشخص کرد که تیمار کلرید کلسیم اثر بیشتری بر صفات کیفی میوه عناب داشت و نیترات کلسیم می‌تواند خصوصیات فیزیکی میوه را افزایش دهد. از آنجایی که در اغلب صفات مورد ارزیابی بین تیمارهای ۰/۵ و یک درصد نمک‌های کلسیمی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت می‌توان چنین نتیجه گرفت که کاربرد نمک‌های کلسیمی در غلظت پایین‌تر (۰/۵ درصد) مقرون به صرفه‌تر و هم مؤثرتر خواهد بود، از این‌رو محلول‌پاشی با نمک‌های کلسیمی مذکور در طی فصل رشد میوه جهت افزایش عملکرد و ارتقاء کیفیت میوه عناب قابل توصیه می‌باشد.

References

Al-yousif, A. A. and Al-Miahy, M. Z. (2007). Effect of calcium on jujube ziziphus sp. fruit growth and their resistance to jujube fruit fly (Carpomyia incompleta). Journal of Kerbela University, 5(4), 106-113.

Amiri, E. M., Fallahi, E. and Safari, G. (2009). Effects of prearrest calcium sprays on yield, quality and mineral nutrient concentrations of Asgari table grape. International Journal of Fruit Science, 9(3), 294-304.

www.SID.ir

Archive of SID

Anderson, J. L. and Campbeh, W. F. (1996). Effect of calcium treatment on Montmorency sour cherry fruit quality. International Society for Horticultural Science, 410, 339-340.

Barry, G. H. and Le Roux, S. (2010). Preharvest foliar sprays of prohexadione–calcium, a gibberellin-biosynthesis inhibitor, induce chlorophyll degradation and carotenoid synthesis in citrus rinds. Hort Science, 45(2), 242-247.

Barry, G. H. and Van Wyk, A. A. (2004). Novel approaches to rind colour enhancement of citrus. International Society of Citriculture, 3, 1076-1079.

Buczkowska, H., Zenia, M. and Renata, N. W. (2016). Yield and fruit quality of sweet pepper depending on foliar application of calcium. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40(2), 222-228.

Buxton, K. N. (2005). Pre-harvest practices affecting postharvest quality of Hayward kiwifruit. Ph.D. Thesis of Plant Physiology and Horticultural Science, Massey University, North Palmerston, New Zealand.

Bybordi, A. and Tabatabaei, J. (2008). Effect of foliar application of sucrose and urea on the fruit set in almond. Journal of Research and Development in Agriculture and Horticulture, 21(2), 133-141. [In Farsi]

Chuah, A. M., Lee, Y. C., Amaguchi, Y., Takamura, H., Yin, L. J. and Matoba, T. (2008). Effect of cooking on the antioxidant properties of coloured peppers. Food Chemistry. 111(1), 20-28.

Delmaghani, M. R., Taheri, M. and Malakoti, M. J. (2004). Potassium, calcium interaction of a shift to K/Ca and improve the quality of apple fruits in city Naghadh. Agricultural Engineering, 5(20), 71-83. [In Farsi].

Douleh, L., Hasanpour Asil, M. and Abd Elahe, H. (2010). Factors determining the commercial maturity of the fruit of pear cultivars (*Pyrus communis* L). Iranian Journal of Horticultural Sciences, 41(2), 189-196. [In Farsi].

Gerasopoulos, D., Chouliaras, V. and Lionakis, S. (1996). Effects of preharvest calcium sprays on maturity and storability of 'Hayward' kiwifruit. Postharvest Biology and Technology, 7(1-2), 65-72.

Ghouth, K. (2009). *Ziziphus jujube* the neglected fruit. Tehran: Saidi Manesh Publisher. [In Farsi]

Heerema, R. J., Weinbaun, S. A., Pernice, F. and Dejong, T. M. (2008). Spur survival and return bloom in almond (*Prunus dulcis* Mill) varid with spur fruit load, specific leaf weight, and leaf area. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 83(2), 274-281.

Hosseini Farahi, M., Aboutalebi, A. and Panahi Kord laghari, Kh. (2008). Study on the changes of postharvest red and golden delicious apple flesh firmness in relation with rootstock, cultivar and calcium chloride treatments. Journal of Research and Development in Agriculture and Horticulture, 78, 74-79. [In Farsi]

Irget, M.E., Aydin, S, Oktay, M., Tutam, M., Aksoy, U. and Nalbant, M. (1999). Effects of foliar potassium nitrate and calcium nitrate application on nutrient content and fruit

www.SID.ir

Archive of SID

quality of fig. Development Plant Soil Sciences, 86, 81-84.

Kassem, H., Al-Obeed, R., Ahmed, M. and Omar, A. (2011). Productivity, fruit quality and profitability of jujube trees improvement by pre-harvest application of agro-chemicals. Middle-East Journal of Scientific Research, 9(5), 628-637.

Kathryn, C. and Brannen, P. (2008). Effects of foliar calcium application on peach fruit quality, shelf-life, and fruit rot. Albion International Conference in Plant Nutrition, USA. pp. 1-11.

Kazemi, A. (2016). Effect of harvesting date, drier type and drying temperature on some physico-chemical properties and quality of jujube fruit. M.Sc. Thesis, University of Birjand, Birjand. [In Farsi]

Kazemi, M. (2014). Effect of foliar application of humic acid and calcium chloride on tomato growth. Bull. Environmental Pharmacology Life Science, 3(3), 41-46. [In Farsi]

Khalifa, R. K. M., Omaima, M. H. and Abd-El-Khair, H. (2009). Influence of foliar spraying with boron and calcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling of blossom end rot disease of Anna apple trees. World Journal of Agricultural Sciences, 5(2), 237-249.

Khalili, H. and Naseri, L. (2016). The effect of pre-harvest foliar calcium chloride and gibberellic acid and dipped postharvest calcium on shelf life and qualitative properties of Nectarine red gold cultivar. 3rd International Conference on Applied Research in Agriculture Sciences, Elmi karbordi University, Tehran. [In Farsi]

LaMar Anderson, J. and Campbell, W. F. (1993). Effect of calcium treatments on montmorency cherry fruit quality. Acta Horticulturae, 410, 339-344.

Lanauskas, J., Kvikliene, N., Uselis, N., Kviklys, D., Buskiene, L., Mazeika, R. and Staugaitis, G. (2012). The effect of calcium foliar fertilizers on cv. Ligol apples. Plant Soil Environment, 58(10), 465-470.

Li, J., W, Fan, L.P., Ding, S.D. and Ding, X. (2007). Nutritional composition of five cultivars of Chinese jujube. Food Chemistry, 103(2), 454-65.

Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology, 148, 350-382.

Malakouti, M. J. (2007). Zinc is a neglected element in the life cycle of plants. Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology, 1(1), 1-12.

Mao, Y. M., Shen, L. Y., Wei, W., Wang, X. L., Hu, Y. L., Xu, S. S. and Mao, L. L. (2014). Effects of foliar applications of boron and calcium on the fruit quality of'Dongzao' (*Zizyphus jujuba* Mill.). In International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes, Brisbane, Australia. pp. 105-108.

Montanaro, G., Dichio, B., Xiloyannis, C. and Celano, G. (2006). Light influences transpiration and calcium accumulation in fruit of kiwifruit plants (*Actinidia deliciosa* var. Deliciosa). Plant Sciences, 170(3), 520-527.

Morton, J. (1987). Fruit of warm climates. USA, Vermont: Echo Point Books & Media.

www.SID.ir

Archive of SID

Nakhaei, F. (2015). The effect of time and different concentrations of foliar spraying fertilizers on fruit physico - chemical properties and yield of jujube (*Ziziphus jujube*). Arid Biome Scientific and Research Journal, 5(1), 64-75. [In Farsi]

Ochmian, I. (2012). The impact of foliar application of calcium fertilizers on the quality of highbush blueberry fruits belonging to the 'Duke' cultivar. Notulae Botanicae Horticulture Agrobotanic, 40(2), 163-169.

Peyvast, G., Olfati, J. A., Ramezani-Kharazi, P. and Kamari-Shahmaleki, S. (2009). Uptake of calcium nitrate and potassium phosphate from foliar fertilization by tomato. Journal of Horticulture and Forestry, 1(1), 7-13.

Poovaiah, B. W. (1986). Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. Food Technology, 40, 86-89.

Ranjbar, H., Hassanpour Asil, M., Asgari, M. A., Sameeizadeh, H. and Baniasadi, A. (2007). The effects of calcium chloride, hot water treatment, and polyethylene bag packaging on the storage life and quality of pomegranate cv. Malas-Saveh. Iranian Journal Food Science Technology, 4(2), 1-10.

Rastegari Hedesh, H. (2013). The Effect of Calcium nitrate and Salicylic acid on the qualitative characteristics and storage life of pomegranate fruit (Cv. Malase-Yazdi). M.Sc. Thesis of Agricultural, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [In Farsi].

Salukha. D.K., Jadha, S.J, and Yu, M.H. (1974). Quality and nutritional composition of tomato fruits influenced by certain biochemical and physiological changes. Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition, 24(1-2), 85-113.

Samomaru, Y., Katayama, O., Kashimura, Y. and Kaneko, K. (1998). Changes in polyphenol content and polyphenoloxidase activity of apple fruits during ripening process. Japanese Society for Food Science and Technology, 45(1), 37-43.

Singh R.P. (1990). Influence of different cultural practice on premature fruit cracking of pomegranate. Progressive Horticulture, 22(1), 92-96

Singh, D. P., Beloy, J., McInerney, J. K. and Day, L. (2012). Impact of boron, calcium and genetic factors on vitamin C, carotenoids, phenolic acids, anthocyanins and antioxidant capacity of carrots (Daucus Carota). Food Chemistry, 132(3), 1161-1170.

Smith, G. S., Geravett, I. M., Edwards, C. M., Curtis, J. P. and Buwalda, J. G. (1994). Spatial analysis of the canopy of kiwifruit vines as it relates to the physical. Chemical and postharvest attributes of the fruit. Annals of Botany, 73(1), 99-111.

Suntharalingam, S. (1996). Postharvest treatment of mangoes with calcium. Tropical Science, 36, 14-17.

Tzoutzoukou, C. G. and Bouranis, D. L. (1997). Effect of preharvest application of calcium on the postharvest physiology of apricot fruit. Journal of Plant Nutrition, 20(2-3), 295-309.

www.SID.ir

Archive of SID

Efficacy of Some Calcium Salts Foliar Spray on Growth and Biochemical Parameters of Jujube Fruit (*Ziziphus jujuba* Mill.)

M. Ghesmati[1], F. Moradinezhad[2]* and M. Khayat[3]

1- M.Sc. Graduate of Horticulture Science, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
2- ***Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran (fmoradinezhad@birjand.ac.ir)
3- Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

Received: 10 February, 2017 Accepted: 5 July, 2017

Abstract

Background and Objectives

South Khorasan province is the most important area of jujube fruit production in Iran. Fresh jujube fruit destroys in a short time at ambient temperature. Normally about one week after harvesting, a considerable loss occurs in picked fruits. Plant nutrition, during growth and developmental stages influence the quality of many fruits. Calcium is one of the most important elements that can affect quantity, quality, storability and market of many horticultural crops. Although South Khorasan province is located in arid areas, it has lime soils with enough calcium for plant growth and development. However, due to low mobility of calcium from soil to plant, calcium deficiency is common in horticultural plants. Thus, pre-harvest spray with minerals like calcium salts can be useful for reducing postharvest losses during handling and storage. Therefore, the aim of this research was to evaluate the effect of different calcium salts spray on physicochemical properties and quality of fresh jujube fruit.

Materials and Methods

Twenty jujube trees, eight years old, were sprayed with calcium salts twice, mid of June and early in July 2016 in a commercial orchard in Birjand, South Khorasan province. Experimental treatments were distilled water (control), calcium chloride (0.5 and 1%) and calcium nitrate (0.5 and 1%). Sprays were done at two stages of fruit growth and development, cell division (3 mm fruit diameter), and 20 days later in full cell enlargement stage. Fresh fruit was harvested at a crisp mature (white-red) stage early in August. The experiment was conducted in a completely randomised block design with four replications, and each replicate included 500 g of fresh fruit. Data were analysed using SAS program (ver. 8) and comparison of means was made with LSD test at 1 and 5% probability.

Results

Physiochemical properties of harvested fruit including fresh fruit weight, dry matter, fruit length and diameter, firmness, total soluble solids, pH, carotenoids, total phenol, and calcium content were evaluated. The results showed that calcium nitrate application at 0.5% significantly increased fruit fresh weight, dry matter and fruit length and diameter compared to control. Also, fruits that were sprayed with calcium chloride at 0.5% concentration had higher firmness, carotenoids and total phenol. The highest total soluble solids and calcium content values were obtained in treated fruit with calcium chloride (1%). Although different calcium salts spray had no significant effect on juice pH.

Discussion

In general, it can be concluded that physical fruit parameters were affected by calcium nitrate, while calcium chloride spray had a greater impact on chemical and nutritional quality aspects of fruit. Although calcium chloride at 0.5% was more effective on chemical factors, however, it was not significantly different with calcium chloride 1% treatment. Among different treatments, calcium nitrate at 0.5% had the highest effect on physical properties of jujube fruit. Therefore, it can be concluded that spraying of jujube fruit trees during fruit growth and developmental stages with both calcium salts at 0.5% concentration have beneficial effects as they improve the most important physical and chemical parameters of fresh jujube fruit.

Keywords: Carotenoid, Firmness, Quality, Total phenol, Yield

www.SID.ir