Archive of SID

مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۰ شماره ۴/ سال ۱۳۹۹/ صفحات ۱۰۹ تا ۱۲۱

DOI: 10.22034/fr.2021.37105.1708

اثرات محلول‌پاشی فنیل آلانین روی برخی شاخص‌های غذایی حبه انگور رقم حسینی

(*Vitis vinifera* var. Hosseini)

غلامرضا گوهری[۱*]، سیما فریدونی[۲]، سیما پناهی راد[۳]، نسرین سپهری[۲] و محمد رضا دادپور[۴]

تاریخ دریافت: ۹۸/۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۷

[۱] دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

[۳] محقق پسا دکتری، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۴] دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[*] مسئول مکاتبه: Email: gohari.gh@maragheh.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: میوه انگور به علت غنی بودن از ترکیبات آنتی اکسیدان و فنلی از ارزش غذایی بالایی برخوردار است. بر همین اساس افزایش غلظت و فعالیت ترکیبات آنتی اکسیدانت در میوه انگور باعث ارتقای سلامت جامعه و افزایش مقاومت بدن در برابر انواع سرطان‌ها می‌شود. **هدف**: لذا به منظور بررسی اثرات محلول‌پاشی فنیل‌آلانین بر ویژگی‌های کیفی حبه‌های انگور رقم حسینی آزمایش حاضر در یکی از تاکستان‌های شهرستان مراغه انجام پذیرفت. **روش کار**: این پژوهش در قالب طرح کامل تصادفی و با چهار تکرار در چهار سطح تیماری (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرو مولار) اسید آمینه فنیل‌آلانین انجام گرفت. محلول‌پاشی در مرحله قبل از رنگ‌گیری حبه‌ها در ۴ مرحله هر پنج روز یک‌بار انجام گردید. برای بررسی ویژگی‌های کیفی و طعم میوه و نیز ظرفیت آنتی‌اکسیدانی حبه‌های انگور، صفاتی نظیر pH، اسیدیته کل، مواد جامد محلول کل، اسید آسکوربیک، محتوای فنل و فلاونوئید کل، آنتوسیانین کل، ظرفیت آنتی اکسیدان و در نهایت فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز مورد سنجش قرار گرفتند. **نتایج**: نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد فنیل‌آلانین باعث افزایش مواد جامد محلول کل، pH و اسیدآسکوربیک گردید، ولی این افزایش در غلظت ۱۰۰میکرومولار بیشتراز سایر تیمارها مشاهده گردید. همچنین با افزایش غلظت فنیل آلانین از صفر به ۲۰۰ میکرومولار، محتوای اسیدیته کل کاهش پیدا کرد. در عین حال محتوای فنل کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز افزایش یافت. همچنین بیشترین مقدار ترکیبات آنتی اکسیدان کل در غلظت ۲۰۰ میکرومولار فنیل آلانین به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۲۲ درصد افزایش نشان داد. **نتیجه‌گیری نهایی**: بر اساس نتایج بدست آمده از این پژوهش چنین به نظر می‌رسد که کاربرد فنیل‌آلانین با غلظت‌های بالاتر از ۱۰۰ میکرومولار باعث افزایش کیفیت و شاخص‌های تغذیه‌ای میوه انگور می‌گردد و این امر می‌تواند کمک شایانی در افزایش امنیت غذایی جامعه داشته باشد.

واژگان کلیدی: کیفیت میوه، شاخص‌های تغذیه‌ای، طعم میوه، انگور، فنیل آلانین

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

انگور(*Vitis vinifera*) گیاهی چندساله از خانواده Vitaceae می‌باشد و این خانواده دارای ۱۰ جنس مختلف که تنها جنس Vitis از لحاظ تغذیه‌ای مهم بوده و دارای دو زیر جنس Muscadinae و Euvitis می‌باشد (ریچ و همکاران ۲۰۱۲). انگور از نظر میزان تولید و سطح زیر کشت، یکی از مهم‌ترین و با ارزش‌ترین محصولات باغی دنیا و ایران محسوب می‌شود. مهم‌ترین کشورهای تولید کننده انگور ایتالیا، فرانسه، آمریکا، اسپانیا، چین، ترکیه و ایران می‌باشند که طبق گزارش فائو (۲۰۱۸) ایران در رتبه هفتم تولید انگور در دنیا قرار دارد. پوست و هسته انگور منبع غنی از ترکیبات فنلی می‌باشد که به ویژگی‌های حسی آن کمک کرده و باعث تقویت بیولوژیکی بسیاری از غذاهای فرآوری شده می‌شود. مصرف انگور و فرآورده‌های آن بیماری‌های ناشی از قلب و عروق را کاهش می‌دهد (آبورت و چالون ۲۰۲۰). از دیر باز نقش تغذیه‌ای و درمانی انگور و فرآورده‌های آن در پیشگیری از انواع بیماری‌ها شناخته شده است. انگور به علت غنی بودن از ترکیبات آنتی اکسیدان و ترکیبات فنلی همچون آنتوسیانین از ارزش غذایی بسیار بالایی برخوردار هستند زیرا این ترکیبات جزو مواد شناخته شده و مهم در زمینه پیش‌گیری از انواع سرطان‌ها محسوب می‌شود (فان و همکاران ۲۰۱۸).

آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که به طور موثر می‌توانند از اکسایش ماکرومولکول‌هایی نظیر لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک جلوگیری کنند که این کار از طریق مهار مرحله شروع یا مرحله گسترش واکنش‌های زنجیره‌ای اکسایش یا تولید رادیکال‌های آزاد صورت می‌گیرد (شارما و همکاران ۲۰۱۲). در این میان فنیل آلانین یک اسید آمینه ضروری برای تولید ترکیبات فنلی و معطر در مسیر بیوسنتزی فنیل پروپانوئیدی محسوب می‌شود که نقش‌های ساختاری بسیار مهمی را در گیاهان بر عهده دارد. اصلی‌ترین ترکیبات نیتروژن‌دار در انگور آمونیاک (۳-۱۰ درصد)، اسیدهای آمینه(۲۵-۳۰ درصد) و پروتئین‌ها (۵-۱۰ درصد) می‌باشد علاوه براین مقادیر کمتری نیترات، نوکلئوتیدها، آمین ها و ویتامین‌ها در میوه انگور وجود دارد. فنیل آلانین یک مولکول نیتروژن‌دار است که از اسیدهای آمینه ضروری در گیاهان محسوب می‌شود و به عنوان پیش ساز فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز در تولید ترکیبات فنولی از جمله انواع آنتوسیانین و تانن نقش مهمی برعهده دارد (گارد-سردان و همکاران ۲۰۱۴). نتایج محققان پیشین حاکی از آن است که کاربرد فنیل آلانین باعث افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی و در نهایت افزایش کیفیت محصولات باغی می‌شود (پورتو و همکاران ۲۰۱۵؛ گارد-سردان و همکاران ۲۰۱۴). همچنین با توجه به نقش بسیار مهم این آسید آمینه در تولید ترکیبات معطر در میوه انگور، لذا باعث افزایش شاخص‌های طعم و بازارپسندی این محصول نیز می‌گردد (سانتاماریا و همکاران ۲۰۱۵).

یکی از آنزیم‌های مهم در مسیر ساخت ترکیبات آنتی اکسیدان از جمله آنتوسیانین و تانن، آنزیم فنیل‌آلانین-آمونیالیاز می‌باشد (سلجوک و کاچپرسکا ۲۰۰۳). فنیل آلانین پیش ساز اصلی آنزیم می‌باشد، لذا افزایش سطوح فنیل آلانین در میوه باعث افزایش فعالیت این آنزیم گشته و درنهایت باعث افزایش ساخت و تجمع ترکیبات مفیدی همچون آنتوسیانین شده و باعث افزایش کیفیت میوه می‌شوند (سلجوک و کاچپرسکا ۲۰۰۳). امروزه محلول‌پاشی حبه‌های انگور با انواع ترکیبات محرک رشد به منظور افزایش کیفیت میوه انگور، بسیار مورد توجه محققان قرار گرفته است (گوهری و همکاران ۱۳۹۷). محلول‌پاشی برگی فنیل آلانین انگور سبب افزایش بیوسنتز بیشتر آمینو اسیدها و ترکیبات آنتوسیانین و فلاونوئید در انگور شده که موجب بهبود ویژگی‌های کیفی انگور می‌شود (پورتو و همکاران ۲۰۱۵). با این‌که اسید آمینه فنیل آلانین فراوان‌ترین اسید آمینه در انگور محسوب نمی‌شود اما روی متابولیسم ترکیبات فنلی حبه‌های انگور تاثیر می‌گذارد و موجب افزایش ترکیبات مختلف فنولیک و ۲-فنیل اتانول می‌گردد (آدامز و همکاران ۲۰۱۲). بنابراین نظر به اهمیت اقتصادی و دارویی میوه انگور و باتوجه به این که اسید آمینه فنیل‌آلانین توانایی تحریک بیوسنتز ترکیبات آنتی

www.SID.ir

Archive of SID

اکسیدان را داراست، تحقیق حاضر به منظور ارزیابی تاثیر این اسید آمینه روی برخی ویژگی‌های کیفی و نیز میزان فعالیت ترکیبات آنتی اکسیدانتی میوه انگور رقم حسینی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در تابستان سال ۹۸ در یکی از تاکستان‌های اطراف شهرستان مراغه با عرض جغرافیایی ۳۷/۳۸۵۴ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶/۵۳۲۴ درجه شرقی انجام پذیرفت. تاک‌های انگور رقم حسینی مورد استفاده در این آزمایش ۷ ساله و با سیستم روسیمی هدایت شده بودند. تمامی تاک‌ها از نظر رشدی نسبتا یکنواخت بوده و عملیات هرس تابستانه، کوددهی و آبیاری بطور یکنواخت صورت پذیرفت. از درختان موجود در باغ، شش ردیف درخت به تعداد ۲۴ بوته انتخاب شد به ازای هر تکرار یک بوته انگور یکنواخت علامت‌گذاری شد. در ابتدای مرحله رنگ‌گیری حبه‌ها و به فاصله هر پنج روز، محلول‌پاشی با چهار سطح تیماری (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ میکرومولار) فنیل آلانین در چهار مرحله انجام شد. از ترکیب خیساننده تجاری توین ۲۰ پلی سوربات شرکت مرک آلمان نیز به عنوان سورفکتانت جهت افزایش جذب ترکیبات به کار رفته روی میوه‌ها استفاده شد.

اسیدیته کل و pH

میزان اسیدیته کل میوه‌ها با استفاده از روش تیتراسیون توسط محلول قلیایی هیدروکسی سدیم ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۲ استفاده شد و نتایج بر حسب گرم اسید تارتاریک در ۱۰۰ گرم بیان شد (چمراوغلو ۱۹۹۲). همچنین pH عصاره میوه‌ها با استفاده از دستگاه pH متر اندازه گیری گردید.

مواد جامد محلول کل

جهت اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول کل از عصاره صاف شده میوه‌ها استفاده شد. میزان مواد جامد محلول (بریکس) با دستگاه رفراکتومتر مدل PAL-1 محصول شرکتAtago ژاپن اندازه گیری گردید. دستگاه ابتدا با آب مقطر کالیبره شد و سپس چند قطره از عصاره میوه انگور در عدسی دستگاه قرار داده شد و میزان مواد جامد محلول عصاره بر حسب درجه بریکس تعیین گردید.

اسید آسکوربیک (ویتامین ث)

برای اندازه‌گیری میزان ویتامین ث میوه‌ها از روش تیتراسیون با دی کلروفنول ایندوفنول استفاده شد(دبولت و همکاران ۲۰۰۶). برای این منظور ۱۰ گرم میوه با مخلوط کن برقی به همراه چند میلی‌لیتر اسید متافسفریک ۳ درصد کاملا له گردید، سپس حجم کل مخلوط با اسید متافسفریک به ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. بعد عبور دادن از صافی، ۱۰ میلی‌لیتر از محلول باقی مانده برداشته شد و با رنگ دی کلروفنول ایندوفنول ۰/۰۴ درصد تیتر گردید. پایان تیتراسیون زمان ظهور رنگ ارغوانی کم رنگ بود که به مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه پایدار ماند. میزان رنگ مصرف شده در تیتراسیون یادداشت شد و از رابطه زیر میزان اسید آسکوربیک محاسبه و برحسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم میوه بیان شد.

وزن نمونه میوه/(۱۰۰*درجه رقت *اکی والان رنگ* حجم رنگ مصرفی) = میزان اسید آسکوربیک

محتوی فنل کل

محتوای فنل کل با استفاده از معرف فولین سیوکالتو اندازه‌گیری گردید (سینگلتون و روسی ۱۹۶۵). یک گرم نمونه (عصاره میوه) به‌همراه دو میلی‌لیتر متانول اسیدی مخلوط شده و پس از سانتریفیوژ فاز رویی برداشت شد. سپس ۵۰ میکرولیتر از این عصاره برداشت شد و به آن ۴۵۰ میکرولیتر آب مقطر و ۲/۵ میلی‌لیتر از واکنش‌گر فولین سیوکالتو ۱۰ درصد اضافه شد. پس از ده دقیقه به این مخلوط ۲ میلی‌لیتر سدیم بیکربنات ۷/۵ درصد اضافه کرده و مخلوط واکنش به مدت ۹۰ دقیقه در تاریکی و در دمای اتاق نگهداری شد و برای به دست آوردن منحنی کالیبراسیون از اسید گالیک به عنوان استاندارد استفاده شد به طوری که غلظت‌های مختلف آن به جای نمونه‌ها ریخته

www.SID.ir

Archive of SID

و میزان جذب آن‌ها را در طول موج ۷۲۰ نانومتر خوانده شد.

محتوای فلاونوئید کل

محتوای فلاونوئید کل عصاره‌ها با روش ارائه شده توسط کاجیو و همکاران (۲۰۰۶) اندازه‌گیری شد. برای این منظور، بر روی ۰/۲۵ میلی‌لیتر از عصاره‌ها با غلظت مناسب، ۷۵ میکرو لیتر سدیم نیتریت (۵ درصد جرمی به حجمی) و ۰/۱۵ میلی‌لیتر کلرید آلومنیوم (۱۰ درصد جرمی به حجمی) و ۰/۵ میلی لیتر هیدروکسید سدیم یک مولار اضافه شد و با افزودن آب مقطر حجم نهایی به ۲/۵ میلی‌لیتر رسید. جذب محلول پس از ۵ دقیقه در طول موج ۵۰۷ نانو مترخوانده شد. جهت به دست آوردن منحنی کالیبراسیون از کوئرستین به عنوان استاندارد استفاده شد. و منحنی بر اساس میزان جذب در غلظت‌های مشخص رسم گردید.

فعالیت آنتی اکسیدانی

برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی از روش DPPHاستفاده شد (دهقان و خوشکام ۲۰۱۲). DPPH یک رادیکال آزاد پایدار است که می‌تواند یک الکترون یا هیدروژن را قبول کند و به یک مولکول خنثی و پایدار تبدیل شود. ابتدا محلول ۰/۱ میلی مولار از DPPH تهیه شد. به این ترتیب که ۳/۹۵ میلی گرم DPPH در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول مطلق حل شد. سپس از عصاره‌ها ۵۰ میکرو لیتر به محلول DPPH اضافه شد به طوری که حجم نهایی ۲ میلی-لیتر شد. جذب آن‌ها بعد از ۱۵ دقیقه در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. برای مقایسه جذب نمونه‌ها از محلول DPPH حاوی عصاره گیاهی به مرور زمان کم شده و مقدار جذب آن در مقایسه با محلول DPPH کاهش می‌یابد. هر قدر قدرت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها بیشتر باشد کاهش رنگ نیز بیشتر خواهد بود. فعالیت جمع‌آوری رادیکال DPPH بر اساس درصد رادیکال جمع‌آوری شده (RSA) با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید:

$$RSA\ \% = \frac{100\ (A_C - A_S)}{A_C}$$

AS: جذب نمونه حاوی عصاره AC: جذب کنترل

فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمینالیاز

برای سنجش فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمینولیاز در یک لوله آزمایش ۰/۵ میلی‌لیتر محلول فنیل آلانین ۱۰میلی‌مولار، ۰/۴ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر، ۰/۱ میلی‌لیتر از پروتئین استخراج شده و یک میلی‌لیتر از بافرHCl–Tris (۵۰ میلی مولار) با (۸/۸) pH اضافه شد. نمونه به مدت یک ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد که اوج فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمینولیاز است، انکوبه شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از اسید کلریدریک ۶ میلی‌مولار برای غیر فعال کردن آنزیم فنیل آلانین آمینولیاز به نمونه اضافه شد. شستشوی نمونه با ۱۵ میلی‌لیتر از اتیل استات در پنج مرحله انجام شد. سپس نمونه در معرض جریان هوا تبخیر شد. به رسوب حاصل سه میلی‌لیتر هیدروکسید سدیم ۰/۵ مولار اضافه شد و رسوب کاملا در آن حل شد. جذب نمونه‌ها به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید.

آنالیز آماری

این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی در سه سطح با چهار تکرار انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها پس از کنترل مفروضات تجزیه واریانس، شامل نرمال بودن توزیع خطای آزمایشی با استفاده از نرم افزار آماری (Ver,20) SPSS انجام شده و مقایسه بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج وبحث

اسیدته کل و pH میوه

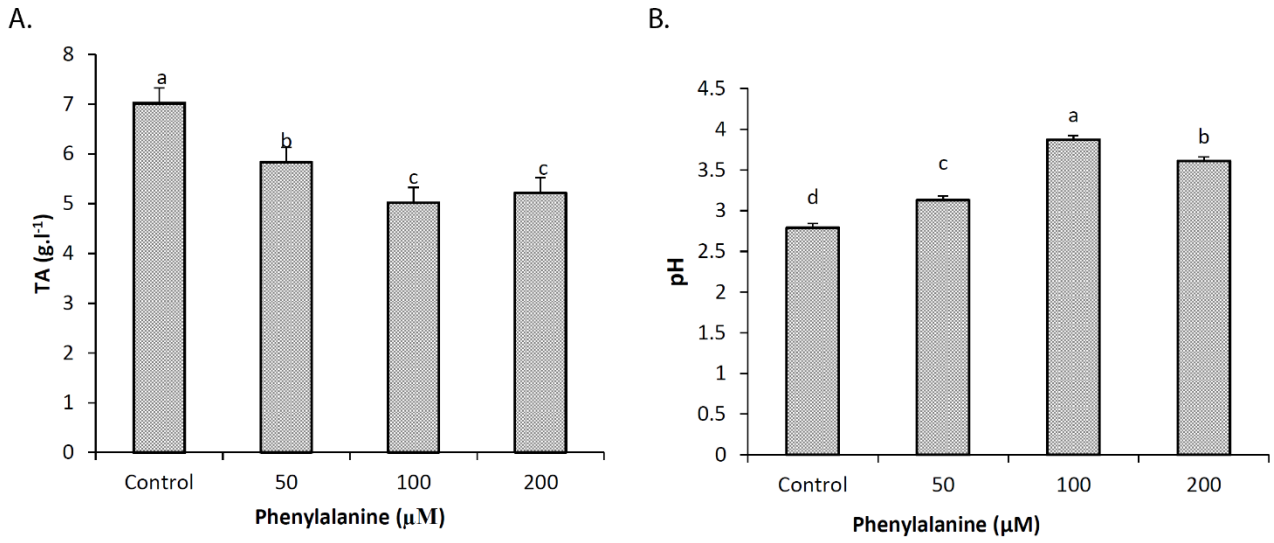
مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اثر غلظت‌های فنیل-آلانین بر تغییرات اسیدیته کل معنی‌دار بود. اسیدیته کل روند نزولی را طی کرده و کمترین میزان اسیدیته کل به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار بود، ولی

www.SID.ir

Archive of SID

اختلاف معنی‌داری بین این دو تیمار مشاهده نشد و بیشترین میزان اسیدیته کل مربوط به تیمارشاهد بود (شکل۱-A). اسیدیته کل میوه‌ها با میزان اسیدهای آلی آن ارتباط مستقیمی دارد و به طور معمول اسیدیته کل میوه‌ها در طول فرآیند رسیدگی کاهش می‌یابد. بنابراین مصرف اسیدهای آلی به عنوان سوبسترای تنفسی در میوه‌های تیمار شده با فنیل آلانین افزایش می‌یابد در نتیجه میوه‌های تیمار شده اسیدیته کل کمتری را نشان داد (گارد-سردان و همکاران، ۲۰۱۴).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف فنیل آلانین بر تغییرات pH حبه‌های انگور معنی دار بود، به طوری که تیمار با غلظت۱۰۰ میکرومولار فنیل آلانین بیشترین مقدار pH و تیمار شاهد کمترین مقدار را داشت. همچنین اختلاف معنی‌داری بین غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرو-مولار فنیل‌آلانین مشاهده نشد (شکل۱-B). همچنین بین تیمار شاهد و غلظت ۵۰ میکرومولار فنیل آلانین اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. چنین به نظر می‌رسد که کاربرد فنیل‌آلانین از کاهش میزان pH جلوگیری کرده و موجب افزایش کیفیت میوه گردید.



شکل ۱- تاثیر غلظت‌های مختلف فنیل‌آلانین بر اسیدیته کل(A) و pH (B) حبه‌های انگور رقم حسینی

Figure 1- Effect of foliar application of phenylalanine on TA (A) and pH (B) in *V. vinifera* var. Hosseini berries

Different superscripts represent significant difference at P< 0.05.

مواد جامد محلول کل

مقایسه میانگین نتایج بدست آمده از مواد جامد محلول کل در آب نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد. لذا چنین به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی میوه‌ها با فنیل‌آلانین در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار تغییر معنی‌داری در سطوح مواد جامد محلول کل در حبه‌ها نشان داد. به طوری‌که بیشترین مقدار مواد جامد قابل حل در آب در تیمار ۱۰۰میکرو مولار مشاهده شد (شکل۲-A). قندهای محلول به خاطر فعالیت آنزیم ساکارز فسفات سینتاز (آنزیم کلیدی در بیوسنتز ساکارز) در طول رسیدگی میوه افزایش می‌یابد. همچنین تیمار انگور با اسید آمینه فنیل-آلانین باعث بهبود روند افزایشی مواد جامد قابل حل تا غلظت ۱۰۰ میکرومولار شد که احتمالا به دلیل افزایش بیوسنتز اتیلن می‌باشد (گوتیرژ و همکاران ۲۰۱۸). علاوه بر این دیواره سلولی حاوی مقدار زیادی از پلی‌ساکاریدها

www.SID.ir

Archive of SID

مخصوصاً پکتین و سلولز می‌باشد که در اثر فعالیت آنزیم-های تجزیه کننده دیواره سلولی تجزیه شده و منجر به افزایش مقدار مواد جامد محلول کل می‌گردد، بنابراین هر عاملی که از فعالیت این آنزیم‌ها جلوگیری کند منجر به جلوگیری از افزایش مواد جامد محلول کل می‌گردد (سانتامیاریا و همکاران ۲۰۱۸).

محتوای اسید آسکوربیک (ویتامین ث)

نتایج حاکی از آن است که غلظت‌های مختلف فنیل‌آلانین بر تغییرات ویتامین ث اثر افزایشی دارد (۲-B). بیشترین و کمترین محتوای ویتامین ث به ترتیب در تیمار ۱۰۰ و صفر میکرومولار فنیل‌آلانین مشاهده شد، همچنین بین غلظت‌های ۵۰ و ۲۰۰ میکرومولار فنیل‌آلانین اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. این ویتامین در گیاهان به عنوان یک کوفاکتور برای عملکرد بسیاری از آنزیم‌ها و متابولیسم-های آنزیمی عمل می‌کند. همچنین، به عنوان پیش ماده برای سنتز تارتارات و اکسالات ضروری است (اویتادا، ۲۰۱۲). این ویتامین در بسیاری از فرآیندها از جمله فتوسنتز، رشد دیواره سلولی، رشد و تقسیم سلولی، مقاومت در برابر تنش‌های محیطی، سنتز اتیلن، جیبرلین، آنتوسیانین‌ها و هیدروکسی پرولین دخالت دارد (اسمیرنوف و ویلیر ۲۰۰۰). غلظت گونه‌های فعال اکسیژن در طی فرآیند رسیدن میوه‌ها در اثر افزایش متابولیسم اکسیداتیو افزایش می‌یابد و می‌تواند موجب ایجاد خسارت به غشاهای زیستی گردد (اسپیناردی ۲۰۰۴). اسید اسکوربیک با کاهش پراکسید هیدروژن، سلول را از صدمات گونه‌های فعال اکسیژن حفاظت می‌کند (اویتادا ۲۰۱۲). امروزه در سراسر دنیا از ویتامین ث به عنوان یک پارامتر کیفی داخلی برای ارزیابی آب‌میوه مرکبات استفاده می‌شود (اولیویرا و همکاران ۲۰۰۱). اسید آسکوربیک یک آنتی اکسیدان بسیار قوی است که حتی در مقادیر کم می‌تواند از تخریب مولکولهای حیاتی توسط رادیکالهای آزاد جلوگیری کند (بلتانگی ۲۰۰۸). بنابراین چنین به نظر می‌رسد که کاربرد غلظت ۱۰۰ میکرومولار فنیل‌آلانین، افزایش محتوای ویتامین ث بیشترین اثرات ضد تخریبی برای مولکول‌های حیاتی انگور را دارد. همچنین کمک به جذب آهن معدنی، ممانعت از تشکیل ترکیبات سرطان‌زا، کوفاکتور آنزیم‌های آنتی اکسیدان، محافظت از فولیک اسید و بهبود ایمنی در برابر بیماری از نقش‌های اسید آسکوربیک در بدن می‌باشد. بدن قادر به سنتز اسید آسکوربیک نمی‌باشد و همچنین این ویتامین می‌تواند در بدن ذخیره شود و مقدار مناسب باید به طور منظم از طریق رژیم غذایی دریافت شود (بلک ۲۰۰۸). لذا با توجه به اثرات مثبت محلول‌پاشی فنیل‌آلانین در افزایش محتوای ویتامین ث در حبه های انگور، کاربرد این تیمار می‌تواند در افزایش شاخص تغذیه‌ای انگور و تامین ویتامین ث مصرف‌کنندگان کمک شایانی نماید.

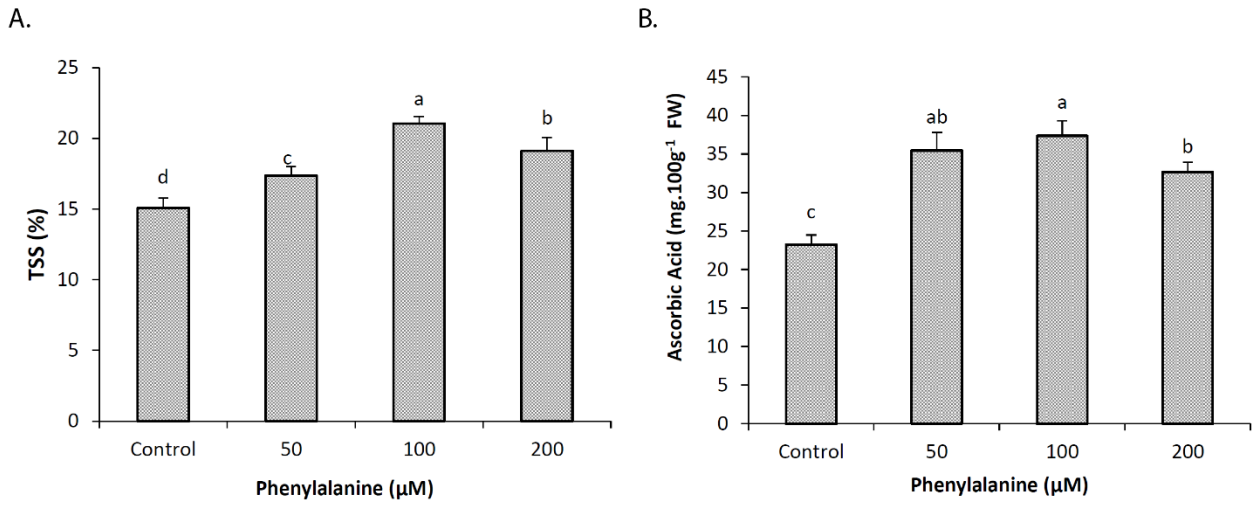
محتوای فنل کل

محلول‌پاشی فنیل‌آلانین در تمام غلظت‌های مورد استفاده در این آزمایش باعث بالا رفتن ظرفیت آنتی اکسیدانی بافت-های گیاهی با فعال کردن برخی از آنتی اکسیدان‌ها شد. نتایج نشان داد که فنیل‌آلانین بر تغییرات محتوای فنل کل میوه اثر مثبتی داشته و بیشترین فنل میوه مربوط به غلظت ۲۰۰ میکرومولار فنیل‌آلانین و کمترین میزان آن در تیمار شاهد مشاهده گردید (شکل۳-A). در واقع نتایج بررسی‌ها نشان داد که انباشتگی ترکیبات فنلی در انگور با تیمار فنیل-آلانین می‌تواند از راه افزایش در فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین-آمینولیاز تحریک شود (سانتاماریا و همکاران ۲۰۱۵). آنزیم فنیل‌آلانین‌آمینولیاز اولین آنزیم کلیدی دخیل در زیست ساخت فنل‌ها در میوه‌ها است (ون و همکاران ۲۰۰۶). امروزه ترکیبات فنلی علاقه‌مندان زیادی را به خود جذب کرده است زیرا آنها ویژگی‌های زیستی سودمند متنوعی دارند و جزو ترکیبات آنتی اکسنده قوی محسوب می‌شوند. همچنین این ترکیبات فعالیت فیزیولوژیکی متنوع دیگر از جمله فعالیت ضدسرطانی، آنتی‌باکتریایی و ضدالتهابی دارند (کیم و همکاران ۲۰۰۹). هنگامی که بافت‌های گیاهی در معرض تنش‌های محیطی قرار می گیرند تولید گونه‌های اکسیژن واکنش‌گر در آن‌ها افزایش می‌یابد. این مولکول‌ها می توانند باعث تخریب پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلوئیک یاخته‌ها و در نهایت غشاهای زیستی شوند. یاخته‌های

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهی برای کاهش تاثیر تخریبی این مولکول‌ها، فعالیت سامانه آنتی‌اکسیدانی خود از جمله ۲و۲-دی فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل را افزایش می‌دهند (کیم و همکاران ۲۰۰۹).



شکل ۲- تاثیر غلظت‌های مختلف فنیل‌آلانین بر مواد جامد محلول (A) و محتوای آسکوربیک اسید (B) حبه‌های انگور رقم حسینی

Figure 1- Effect of foliar application of phenylalanine on TSS (A) and ascorbic acid content (B) in *V. vinifera* var Hosseini berries

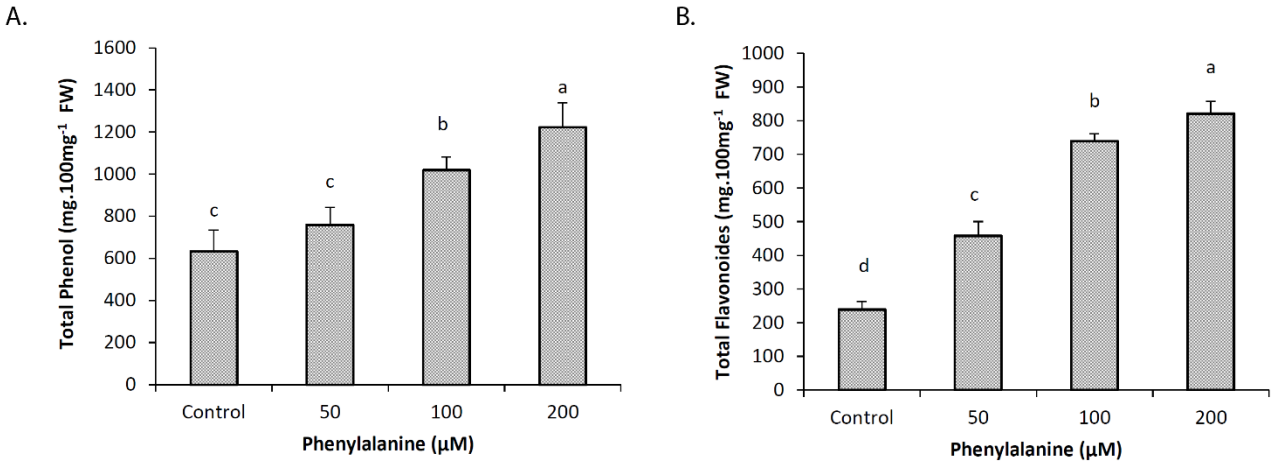
Different superscripts represent significant difference at P< 0.05.

محتوای فلاونوئید کل

محلول‌پاشی با فنیل‌آلانین در غلظت‌های مختلف سبب شده است که میزان فلاونوئید کل روند صعودی داشته باشد. مقایسه میانگین نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف فنیل آلانین در حبه‌های انگور وجود دارد که بیشترین میزان فلاونوئید مربوط به غلظت ۲۰۰ میکرو مولار و کمترین مقدار مربوط به میوه‌های شاهد بود (شکل۳-B). با توجه به روند صعودی افزایش فلاونوئیدها با افزایش غلظت فنیل‌آلانین، چنین به نظر می‌رسد که فنیل آلانین ارتباط مستقیمی با ساخت و تجمع فلاونوئیدها در بافت میوه دارد. فلاونوئیدها فراوان‌ترین ترکیب‌های فنلی و همچنین قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان در بین ترکیب‌های فنلی هستند که تا حدودی در همه قسمت‌های گیاه به ویژه در میوه‌ها، برگ‌ها و سبزی‌ها به میزان زیادی وجود دارند (بروایلارد و دانگلس ۲۰۱۷). انگور ترکیب‌های آنتی اکسنده بسیار سودمندی برای انسان دارد. متأسفانه اغلب ترکیب‌های آنتی‌اکسنده مانند فلاونوئیدها در مرحله رسیدگی میوه انگور کاهش می‌یابد در این زمینه بررسی تیمار محرک برای افزایش این ترکیب‌ها در هنگام مصرف لازم است (رشسف و همکاران ۲۰۱۸). چون فنیل‌آلانین یک مولکول نیتروژن‌دار به عنوان پیشرو در سنتز ترکیبات فنلی و فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز (PAL) مطرح است پس محلول پاشی با فنیل‌آلانین بر روی میوه‌ها باعث تولید فلاونوئیدها شده و در نتیجه سطوح فلاونوئیدها بالا می‌رود (آدامز و همکاران ۲۰۱۲). با توجه به نتایج این پژوهش چنین می‌توان گفت که کاربرد فنیل‌آلانین به افزایش میزان فلاونوئید باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انگور شده و از این طریق منجر به افزایش ویژگی‌های دارویی میوه انگور گردد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تاثیر غلظت‌های مختلف فنیل‌آلانین بر محتوای فنل کل (A) و محتوای فلاونوئید کل (B) حبه‌های انگور رقم حسینی

Figure 3- Effect of foliar application of phenylalanine on total phenol content (A) and total flavonoids content (B) in *V. vinifera* var. Hosseini berries

Different superscripts represent significant difference at P< 0.05

محتوای ترکیبات آنتی اکسیدان کل

با افزایش غلظت اسید آمینه فنیل‌آلانین محتوای ترکیبات آنتی‌اکسیدان کل روند صعودی داشت، به طوری که بیشترین میزان اندازه‌گیری شده در غلظت ۲۰۰ میکرو-مولار مشاهده گردید و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود، همچنین بین غلظت‌های مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (شکل۴-A). انگور منبع سرشاری از ترکیب‌های آنتی اکسیدانی به ویژه در پوست و بذر است (آرمنتا و همکاران ۲۰۱۷). عصاره انگور ویژگی‌های آنتی-اکسیدانی داشته و ویژگی مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد را نیز دارد (رشسف و همکاران ۲۰۱۸). نتایج بررسی‌های انجام شده بیانگر این است که حتی خالص‌سازی جزئی ترکیب‌های فنولی انگور تاثیر مهمی بر فعالیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد دارند (سالمیری و همکاران ۲۰۱۶). آنتی-اکسیدان‌ها موادی هستند که از تشکیل رادیکال‌های آزاد در سلول‌ها جلوگیری کرد و سلول‌ها را در برابر اثرات زیان-بار رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کنند (آرمنتا و همکاران ۲۰۱۷). این موضوع حاکی از آن است که به طور نسبی گیاهانی که دارای محتوای ترکیبات فنلی بیشتری هستند، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی دارند. از آنجایی که فنیل‌آلانین پیش‌ساز سنتز ترکیبات فنولی و آنزیم فنیل‌آلانین-آمونیولیاز می‌باشد، بنابراین محلول‌پاشی فنیل‌آلانین روی میوه‌ها سبب افزایش ترکیبات پلی فنلی شده که آن هم اثر مستقیم در فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان دارد.

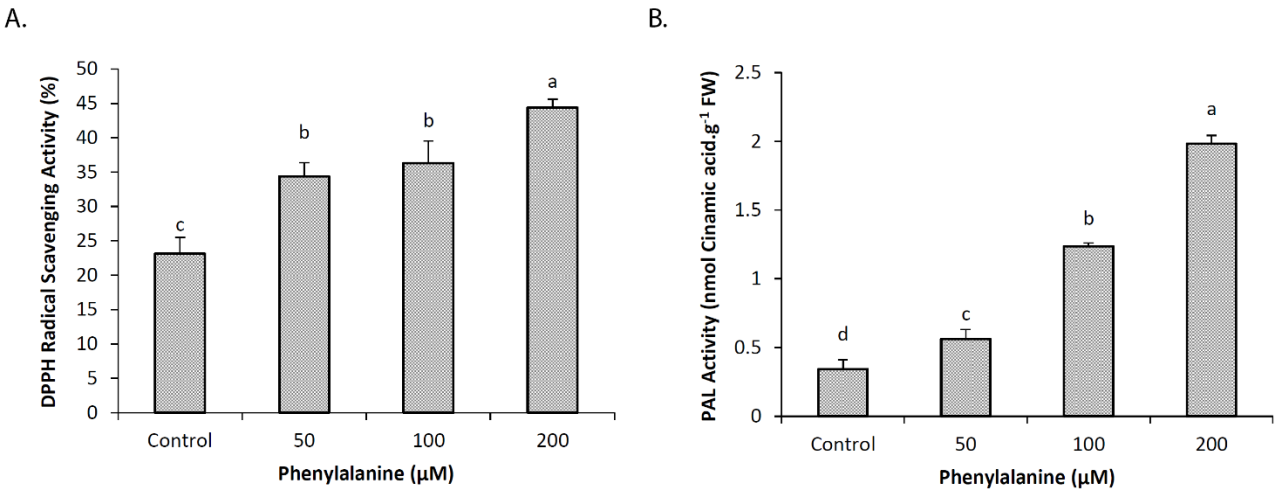
فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیولیاز

فنیل‌آلانین یک اسید آمینه ضروری است و برای بیوسنتز کلیه متابولیت‌های فنولیک در طول مسیر فنیل پروپانوئید استفاده می‌شود. با افزایش غلظت فنیل‌آلانین، فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیولیاز روند صعودی داشت. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که محلول‌پاشی فنیل‌آلانین با غلظت ۲۰۰ میکرومولار باعث افزایش معنی‌دار در فعالیت آنزیم فنیل-آلانین‌آمونیولیاز گردید (شکل۴-B). همچنین کمترین میزان این فعالیت در تیمار شاهد مشاهده گردید. آنزیم فنیل آلانین آمونیولیاز، اولین آنزیم در مسیر فنیل پروپانوئید است که تبدیل فنیل‌آلانین به فلاونوئیدها ، فنل‌ها و آنتوسیانین‌ها را کاتالیز می‌کند (سلجوک و کاچپرسکا ۲۰۰۳). در نتیجه با افزایش میزان فعالیت این آنزیم محتوای ترکیبات فنلی در

www.SID.ir

Archive of SID

انگور افزایش پیدا کرد. در واقع افزایش فعالیت آنزیم فنیل-آلانین‌آمونیولیاز با افزایش تولید فنیل پروپانوئید ارتباط مستقیمی دارد (پورتو و همکاران ۲۰۱۵). گاردن–سردان و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که کاربرد فنیل‌آلانین و اوره باعث افزایش فعالیت فنیل‌آلانین‌آمونیولیاز ونیز ترکیبات مفیدی همچون آنتوسیانین و فلاونوئیدها در رقم تمپرانیلو انگور گردید که همسو با نتایج این پژوهش بود.



شکل ۴- تاثیر غلظت‌های مختلف فنیل‌آلانین بر محتوای آنتی اکسیدان کل (A) و فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمینولیاز (B) حبه‌های انگور رقم حسینی

Figure 4- Effect of foliar application of phenylalanine on total Antioxidant content (A) and phenylalanine ammonia-lyase (B) in *V. vinifera* var. Hosseini berries

Different superscripts represent significant difference at P< 0.05.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج بدست آمده دراین پژوهش تیمار اسید آمینه فنیل‌آلانین نه تنها باعث افزایش ویژگی‌های کیفی حبه‌های انگور رقم حسینی گردید، بلکه با افزایش فعالیت آنزیم فنیل-آلانین‌آمونیولیاز باعث بهبود تولید ترکیبات فنلی همچون فلاونوییدها گردید. علاوه بر این، با توجه به اینکه در اکثر صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش غلظت تیمار فنیل آلانین بر روی کیفیت میوه انگور تأثیر مثبت گذاشت. لذا با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش، چنین به نظر می‌رسد برای دست‌یابی به بیشترین کیفیت میوه، غلظت ۱۰۰ میکرومولار فنیل آلانین می‌تواند به عنوان غلظت بهینه به تولید کنندگان انگور توصیه گردد. همچنین با توجه به اهمیت دارویی و غذایی ترکیبات فنلی در زنجیره غذایی انسان و نیز اهمیت این ترکیبات در جلوگیری از بروز انواع بیماری‌ها، چنین به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی فنیل آلانین می‌تواند به عنوان یک روش موثر برای افزایش شاخص‌های تغذیه‌ای در تولید سایر محصولات غذایی نیز مورد توجه قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

گوهری غ، صفایی ف، رسولی ف، اعظمی م ع و دواتی کاظم نیا ح، ۱۳۹۷، ارزیابی اثرات محلول پاشی اسید سالسیلیک بر فعالیت برخی ترکیبات آنتی اکسیدانی انگور رقم شاهانی (*Vitis Vinifera* L. cv Shahani). نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۸(۲)، ۱۴۹-۱۵۹.

Adams AW, Laurie VF and Waterhouse AL, 2012. Tracing phenolic biosynthesis in *Vitis vinifera* via in situ C-13 labeling and liquid chromatography–diode-array detector–mass spectrometer/mass spectrometer detection. Analytica Chimica Acta 747: 51-57.

Aubert C and Chalot G, 2020. Physicochemical characteristics, vitamin C, and polyphenolic composition of four European commercial blood-flesh peach cultivars (*Prunus persica* L. Batsch). Journal of Food Composition and Analysis 86: 103-112.

Beltagi MS, 2008. Exogenous ascorbic acid (vitamin C) induced anabolic changes for salt tolerance in chick pea (*Cicer arietinum* L.) plants. African Journal of Plant Science 2: 118-123.

Brouillard R nad Dangles O, 2017. Flavonoids and flower colour. In the flavonoidsadvances in research since. Routledge 565-588..

DeBolt S, Cook DR and Ford CM, 2006. L-Tartaric acid synthesis from vitamin C in higher plants. Proceedings of the National Academy of Sciences 103: 5608-5613.

FAOSTAT, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/faostat/en/#home

Gutiérrez-Gamboa G, Carrasco-Quiroz M, Martínez-Gil AM, Pérez-Álvarez, EP, Garde-CerdánT and Moreno-Simunovic Y. 2018. Grape and wine amino acid composition from Carignan noir grapevines growing under rainfed conditions in the Maule Valley, Chile: Effects of location and rootstock. Food Research International 105: 344-352.

Garde-Cerdán T, López R, Portu J, González-Arenzana L, López-Alfaro I and Santamaría P, 2014. Study of the effects of proline, phenylalanine, and urea foliar application to Tempranillo vineyards on grape amino acid content. Comparison with commercial nitrogen fertilisers. Food chemistry 163: 136-141.

Kim JG, Beppu K and Kataoka I, 2009. Varietal differences in phenolic content and astringency in skin and flesh of hardy kiwifruit resources in Japan. Scientia Horticulturae 120: 551-554.

Minh ATP, Paterson J, Bucknall M and Arcot J, 2018. Interactions between phytochemicals from fruits and vegetables: Effects on bioactivities and bioavailability. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 58: 1310-1329.

Oliveira JC, Manso L and Frías JM, 2001. Modelling ascorbic acid thermal degradation and browning in orange juice under aerobic conditions. International journal of FoodSscience & Technology 36: 303-312.

Oyetade OA, Oyeleke GO, Adegoke BM and Akintunde AO, 2012. Stability studies on ascorbic acid (Vitamin C) from different sources. Journal of Applied Chemistry 2: 20-24.

Portu J, González-Arenzana L, Hermosín-Gutiérrez I, Santamaría P and Garde-Cerdán T, 2015. Phenylalanine and urea foliar applications to grapevine: Effect on wine phenolic content. Food Chemistry 180: 55-63.

Reisch BI, Owens CL and Cousins PS, 2012. Grape. In Fruit breeding . Springer, Boston 225-262..

Reshef N, Agam N and Fait A, 2018. Grape berry acclimation to excessive solar irradiance leads to repartitioning between major flavonoid groups. Journal of Agricultural and Food Chemistry 66: 3624-3636.

Santamaría P, López R, Portu J, González-Arenzana L, López-Alfaro I and Garde-Cerdán T, 2015. Role of phenylalanine in viticulture and enology, in: phenylalanine: Dietary sources, functions and effects. M-L-Warner, Nova Science publisher, 51–88.

Sharma P, Jha AB,. Dubey RS and Pessarakli M, 2012. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. Journal of Botany 20:1-12.

www.SID.ir

Archive of SID

Smirnoff N and Wheeler GL, 2000. Ascorbic acid in plants: biosynthesis and function. Critical Reviews in Plant Sciences 19: 267-290..

Solecka D and Kacperska A, 2003. Phenylpropanoid deficiency affects the course of plant acclimation to cold Physiologia Plantarum 119: 253-262..

Spinardi A, 2004. Effect of harvest date and storage on antioxidant systems in pears. V International Postharvest Symposium. 682:25-34.

Vázquez-Armenta FJ, Silva-Espinoza BA, Cruz-Valenzuela MR, González-Aguilar GA, Nazzaro F, Fratianni, F and Ayala-Zavala JF, 2017. Antibacterial and antioxidant properties of grape stem extract applied as disinfectant in fresh leafy vegetables. Journal of Food Science and Technology 54(10): 3192-3200.

Wang J, Zheng L, Wu J and Tan R, 2006. Involvement of nitric oxide in oxidative burst, phenylalanine ammonialyase activation and Taxol production induced by low energy ultrasound in *Taxus yunnanensis* cell suspension cultures. Cell Physiology 14: 391-397.

Wen W, Kong Q, Zhan J, Li M, Wan SB and. Huang WD, 2006. Effect of salicylic acid on phenylpropanoids and phenylalanine ammonia-lyase in harvested grape berries. Postharvest Biology and Technology 40: 64-72.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Food Researches/vol.30 No.4/ 2021/pp 109-121
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir
DOI: 10.22034/fr.2021.37105.1708

Foliar application of phenylalanine on nutritional value in *Vitis vinifera* var. Hosseini

G Gohari[1*], S Fereydoni[2], S Panahirad[3], N Sepehri[2] and MR Dadpour [4]

Received: December 4, 2019 Accepted: February 26, 2020
[1] Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran
[2] MSc Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran
[3] Postdoc Researcher, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
[4] Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
[*]Corresponding author: gohari.gh@maragheh.ac.ir

Introduction
Grape berries contain rather high amounts of polyphenolic compounds such as anthocyanin, which contribute significantly to their quality, appearance, and taste. Grape berries produce significant amounts of phenolic compounds. Phenylalanine ammonia-lyase (PAL), is first enzyme in the phenylpropanoid pathway which catalyses the conversion of phenylalanine to flavonoids, phenolic and anthocyanin. Phenylalanine ammonia-lyase (PAL) (EC 4.3.1.24) is an essential enzyme in the phenolic biosynthesis pathway that catalyzes the conversion of L-phenylalanine to trans-cinnamic acid and ammonia. Thus, PAL is the first and decisive step in the phenylpropanoid pathway and is therefore involved in the biosynthesis of phenolic compounds in the plants. The phenylpropanoid pathway involves in the synthesis of secondary compounds such as phenylalanine and phenolic (Garde-Cerdán et al., 2014). Considering the positive impacts of phenolic compounds on human health due to their antioxidant properties, their enhancement in fruits and vegetables especially by natural products such as phenylalanine might be considered as promising strategy to fight against cancerous cells and important diseases. Moreover, the increased concentration of phenolic in berries is a critical property benefitting health. In recent years, widespread attention has been focused on the potential beneficial properties on human health of anthocyanin in grapes and their products. Free radical scavenging, antioxidant, antimicrobial, and antiviral activities, nutraceutical and pharmaceutical activities like prevention of cardiovascular disease, protective effects against hepatic damage and disease, anticancer, antitumor, and anti-mutagenic activities, suppression of inflammatory responses, protection against age-related decline in cognitive behavior, and neuronal dysfunction are some top health beneficial properties of phenolic compounds (Brouillard and Dangles, 2017).
Material and methods: This experiment was conducted in a completely randomized block design using four replications. All reagents and solvents were purchased from Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA, and used without further purification. Each experimental unit consisted of two plants that each had at least three clusters of approximately the same size, maturity, and development. Vines were sprayed with four concentrations of Phenylalanine (0, 50, 100, and 200 µM) at pre-veraison (in which berries are green and hard) stage. The final volume was reached using distilled water and the pH was set with NaOH (1.0 N) to 7.0. The solutions of Phenylalanine with surfactant TWEEN® 20 were sprayed fifth at 5 day s intervals (to ensure that all clusters received sufficient amounts of Phenylalanine solution at pre-veraison stage in case of any rain, deficiency or late development of some berries) on the whole cluster in the early morning. The clusters had little or no evidence of asynchrony and the berries were mostly green and hard. An equal amount of distilled water plus TWEEN® 20 was sprayed to the untreated plants (concentration 0.0 mM). The sprays were carried out with a hand sprayer. At harvest, although not all berries in a cluster were at the same developmental stage, most of the berries should have a particular coloration, softness, and level of development to be harvested.

www.SID.ir

Archive of SID

Result and discussion: The results showed that total phenolic and flavonoids content were significantly enhanced in Phenylalanine -treated (100.0 and 200.0 µM) berries compared to untreated ones. Phenylalanine treatment at all concentrations considerably improved the total antioxidant capacity (DPPH) in the berries and, compared with untreated berries, the activity of phenylalanine amino-lyase enzyme was higher in Phenylalanine -treated fruits. The 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging capacity of the fruits treated with Phenylalanine were significantly higher than those of the untreated berries. The activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) in phenylalanine treated fruits significantly increased as compared with the untreated clusters. The remarkable effects of the PAL enzyme in increasing production of phenolic compounds in various plant tissues have been established for a long time, and it seems that the increases in concentrations of phenolic compounds in the present study are significantly related to this enzyme. The PAL enzyme causes the production and accumulation of secondary phenolic metabolites in plant tissues by causing a shift from primary to secondary metabolic pathways, and this accumulation usually increases the nutritional value of plant products. The PAL enzyme causes the production and accumulation of secondary phenolic metabolites in plant tissues by causing a shift from primary to secondary metabolic pathways, and this accumulation usually increases the nutritional value of plant products. Therefore, PAL plays a crucial part in improving the quality of crops by stimulating the production of secondary metabolites. The results of current research indicated that the increased activity of the PAL enzyme was entirely related to concentrations of phenylalanine, and its maximum activity was recorded in the treatment with the highest level (200.0 µM) of the phenylalanine. Moreover, a considerable increase was also observed in the evaluation of the total content of flavonoids, one of the major subgroups of phenolic compounds in plants, in grape berries. At the highest concentration of phenylalanine application, an increase of about 100% was recorded in the production of flavonoids, which can significantly help in the marketability of grape berries in addition to their increased nutritional value.

Conclusion: A general evaluation of the results of the present experiment leads us to the conclusion that phenylalanine might be a suitable and recommendable treatment to improve the quality and nutritional value of grape berries. The phenylalanine is an essential amino acid and is safe for human consumption as it is present in almost all plant tissues that have always been consumed by humans without causing any problems. The improvement in the quality of berries, achieved in this research, is partly due to their improved visual quality and partly due to their increased healthful quality, which results from the increase in their antioxidant property and from the accumulation of compounds in them that enjoy high nutritional value. In summary, therefore, it seems that spraying grape berries at pre-veraison can be a suitable and convenient strategy for increasing the quality and nutritional properties of grape berries.

Keywords: Fruit flavor, Grape, Fruit quality, Nutritional properties

www.SID.ir