نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۸۸، ص. ۷۷-۶۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Sciences
Vol. 23, No. 2, Fall-Winter 2009-10, P. 68-77
ISSN: 2008 - 4730

بررسی تغییرات بیوشیمیایی و پوسیدگی خاکستری در انگور رقم شاهرودی در شرایط بسته بندی با اتمسفر تعدیل یافته

عزیزه مسیب زاده[1*] - یونس مستوفی[2] - محمد جوان نیکخواه[3] - زهرا امام جمعه[4]

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۱۹
تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۱۵

چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی روند تغییرات بیوشیمیایی بافت‌های انگور رقم شاهرودی در شرایط بسته بندی در اتمسفر تعدیل یافته نسبت به شاهد و با استفاده از یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار طراحی شد. سه ترکیب گازی شامل ۵٪ O_2 + ۱۰٪ CO_2 (GC2)، ۱۵٪ O_2 + ۱۰٪ CO_2 (GC3) و ۶۰٪ O_2 + ۱۰٪ CO_2 (GC4) با استفاده از دو نوع پوشش پلیمری (پلی پروپیلن و پلی اتیلن) برای نگهداری انگورها در دمای ۱°C و رطوبت نسبی ۹۰٪-۸۰ مورد استفاده قرار گرفتند. محتوای قندهای احیاگر، اسیدیته قابل تیتراسیون (TTA) و pH هر ۱۵ روز یکبار و پس از ۲۴ ساعت قرار گیری در دمای اتاق اندازه گیری شدند. نتایج بدست آمده از ۴۵ روز انبار داری نشان داد که همزمان با کاهش میزان قندهای احیاگر شانس بروز آلودگی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر مشاهده شد که یک افزایش شدید در میزان قندهای احیاگر پس از ظهور آلودگی دیده می‌شود. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که افزایش زود هنگام درمیزان قندهای احیاگر در نمونه‌های بسته بندی شده با GC4 با کمترین میزان آلودگی همراه بوده است. همچنین مشخص شد که روند کاهش TTA و افزایش pH برای نمونه‌های فوق ملایم تر است.

واژه‌های کلیدی: قندهای احیاگر، پوسیدگی خاکستری، انگور رقم شاهرودی، بسته بندی در اتمسفر تعدیل یافته

مقدمه

انگور یک میوه نافرازگرا بوده و در طول دوره پس از برداشت به آلودگی‌های قارچی به ویژه قارچ کپک خاکستری *Botrytis cinerea* بسیار حساس است (۹). آلودگی با قارچهای بیماریزا در مرحله پس از برداشت از طریق حمله مستقیم قارچهای بیماریزا و یا از طریق فعالیت مجدد عوامل بیماریزای راکدی که حمله اولیه را در مزرعه انجام داده اند بوجود می‌آیند. این فعالیت مجدد را می‌توان به کاهش در مقاومت طبیعی به بیماریها (NDR)[5] در بافت ها نسبت داد (۲۹). کاهش مقاومت طبیعی به بیماریها به مواردی از قبیل فراهمی مواد غذایی مورد نیاز عوامل بیماریزا، کاهش ترکیبات ضد قارچ پیش ساخته (فایتو آنتی سیپین ها)[6]، توقف القای سنتز ترکیبات ضد قارچ جدید (فایتو آلکسین ها)[7] و تقویت فاکتورهای عفونت زای عامل بیماریزا مربوط دانست (۲۳). بررسی مراحل ایجاد آلودگی با قارچ *B. cinerea* یک واکنش چهار مرحله ای را به تصویر می‌کشد که شامل اتصال ماده تلقیح (کنیدیا) به سطح بافت میزبان، شناسایی سطح میزبان توسط ماده تلقیح، جوانه زنی ماده تلقیح و در نهایت ورود ماده تلقیح به بافت هدف و تولید اسپور است (۳۱). به نظر می‌رسد نفوذ این قارچ به جای این که با یک فشار مکانیکی انجام شود با تولید آنزیم‌های تجزیه گر و یا نوعی انفجار اکسایشی[8] توام باشد. مطالعات نشان می‌دهند که تجمعی از رادیکال سوپر اکسید (O_2^-) در انتهای هیف‌های قارچ Botrytis دیده می‌شود که به داخل و اطراف بافت مورد حمله انتقال می‌یابد (۲۷). از سوی دیگر گزارش شده است که در تمام طول آلودگی چه در مرحله جوانه زنی و چه در مرحله تسهیل آلودگی تجمعی از پروکسید هیدروژن (H_2O_2) در بافت

۱و۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم باغبانی و گیاه پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
(* - نویسنده مسئول: Email: mosayyebzadeh_f@yahoo.com)
۳- دانشیار گروه بیماری‌های گیاهی، دانشکده علوم باغبانی و گیاه پزشکی ، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
۴- دانشیار گروه مهندسی و علوم صنایع غذایی، دانشکده بیوسیستم، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

5- Natural diseases resistance
6- Phytoanticipins
7- Phytoallexins
8- Oxidative burst

ها دیده می‌شود (۲۸). به عبارت ساده تر آلودگی با قارچ Botrytis می‌تواند نشانگر یک تنش اکسایشی باشد. گزارش ها نشان دهنده تجمع قندهای احیاگر[1] در شرایط تنش زا هستند (۲۴). به نظر می‌رسد که آلودگی با قارچ *B. cinerea* در طی انبارداری میوه انگور رابطه جالبی با تغییرات قندهای احیاگر داشته باشد.

مستوفی و همکاران (منتشر نشده) ضمن بررسی اثر بسته بندی دراتمسفر تعدیل یافته با سه ترکیب گازی شامل $۵٪O_2 + ۱۰٪CO_2$ ، $۱۵٪O_2 + ۱۰٪CO_2$ و $۶۰٪O_2 + ۱۰٪CO_2$ در طی انبارداری انگور رقم شاهرودی نشان داده اند که ترکیب گازی آخر تاثیر مثبتی در کنترل قارچ کپک خاکستری نسبت به سایر موارد دارد. بنابراین هدف اصلی این آزمایش بررسی روابط موجود بین روند تغییرات قندهای احیاگر و احتمال بروز و توسعه آلودگی با قارچ *B. cinerea* و کنترل آن در طی انبارداری انگور رقم شاهرودی در شرایط بسته بندی در اتمسفر تعدیل یافته با ترکیب‌های گازی یاد شده است.

مواد و روش ها

انگور رقم شاهرودی در تاریخ ۸۶/۶/۳۱ از تاکستانی واقع در شهریار و در حالی که میزان SSC[2] و TA[3] آب آن به ترتیب در حدود ۱۸/۵٪ و ۰/۲۸ ٪ بود از تاکستانی واقع در شهرستان شهریار برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت گروه علوم باغبانی واقع در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج منتقل شد. خوشه‌های انگور به مدت ۲۴ ساعت در اتاقی با دمای ۱ ^oC نگهداری شدند تا دمای محصول کاهش یابد. سپس خوشه هایی به وزن ۴۰۰ گرم، سالم، یکنواخت و عاری از هر نوع آلودگی در داخل پوشش‌های انتخابی پلی پروپیلن (به ضخامت ۰/۰۵ میلیمتر) و پلی اتیلن (به ضخامت ۰/۰۷ میلیمتر) (جدول ۱) قرار داده شدند. بسته‌های آماده شده با استفاده از دستگاه Modified Atmosphere Packaging مدل 200A ساخت هلند با سه ترکیب گازی شامل $۵٪O_2 + ۱۰٪CO_2$ (GC2)، $۱۵٪O_2 + ۱۰٪CO_2$ (GC3) و $۶۰٪O_2 + ۱۰٪CO_2$ (GC4) پر شدند. میوه‌های قرار گرفته درون کیسه‌هایی که به طور کامل مسدود نشده بودند به عنوان شاهد (GC1) در نظر گرفته شدند. بسته‌های میوه پس از اتمام کار به سردخانه‌ای با دمای ۱ ^oC و رطوبت نسبی ۸۰-۹۰٪ منتقل شدند. نمونه برداری در طول ۴۵ روز انبار داری و هر ۱۵ روز یکبار انجام شده و شاخص‌های مورد نظر پس از ۲۴ ساعت قرار گیری در دمای اتاق اندازه گیری شدند.

1- Reducing sugars
2- soluble solid content
3- Titratable acidity

شاخص‌های مورد بررسی

شاخص‌های بیوشیمیایی

در هر زمان نمونه برداری تعدادی از حبه ها جدا شده و به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول پس از بسته بندی در کیسه‌های کوچک پلی پروپیلنی در یک فریز ۲۵- ^oC قرار داده شدند. گروه دوم حبه ها در هر زمان نمونه برداری با استفاده از یک آبمیوه گیری دستی آبگیری شده و پس از انجام فیلتراسیون، برای اندازه گیری میزان اسیدیته قابل تیتراسیون(TTA) و pH مورد استفاده قرار گرفت. pH آب میوه با استفاده از یک pH متر دیجیتال (Sartorius PP-20, Germany) اندازه گیری شد. اسیدیته قابل تیتراسیون از طریق تیتراسیون آب میوه با استفاده از سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۲ انجام شده و نتایج آن با استفاده از فرمول ۱ و تحت عنوان درصد اسید تارتاریک گزارش شد. حبه‌های گروه اول در زمان مناسب از فریزر خارج شده و برای اندازه گیری میزان قندهای احیاگر استفاده شد. برای اندازه گیری میزان کل قندهای احیاگر از روش کلی لین-اینان[4] استفاده شد. مقدار کل قندهای احیاگر بر اساس نمودار استاندارد (شکل ۱) تهیه شده با گلوکز استاندارد محاسبه گردید.

میزان حبه‌های آلوده

میزان آلودگی در هر زمان نمونه برداری با استفاده از شمارش حبه‌های آلوده انجام شد و در نهایت بر اساس تعداد حبه در واحد وزن اولیه نمونه گزارش شد.

طرح آزمایشی و تجزیه آماری

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار طراحی شد. داده‌های بدست آمده از سه فاکتور پوشش ، ترکیب گازی و زمان با استفاده از نرم افزارهای MSTATC و SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین ها با استفاده از روش چند دامنه ای دانکن در سطح $P\leq 0.05$ انجام شد.

نتایج

میزان قندهای احیاگر

بررسی نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در GC1، GC2 و GC3 درصد قندهای احیاگر تا روز ۱۵ ثابت بوده و پس از آن تا روز ۳۰ کاهش معنی داری را نشان می‌دهد اما در روز ۴۵ یک افزایش مجدد در این شاخص دیده می‌شود (شکل ۲). این در حالی است که در GC4 درصد قندهای احیاگر تا روز ۱۵ کاهش معنی داری نشان می‌دهد و در روز ۳۰ افزایش مجدد در این شاخصه دیده می‌شود که تا پایان آزمایش ثابت باقی می‌ماند.

4- Lane-Eynon

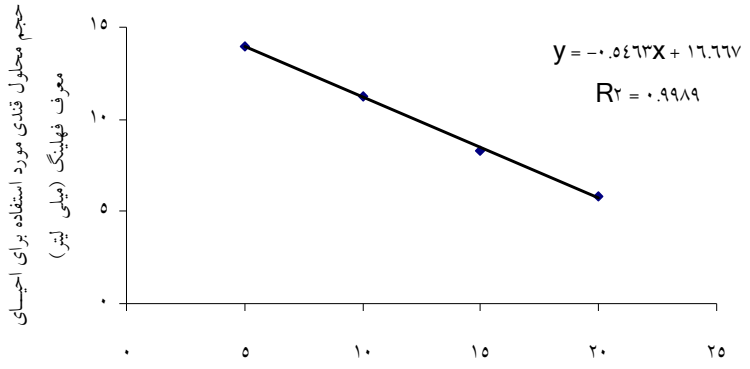
(جدول ۱)- خصوصیات برخی از مهمترین پوشش‌های متداول در بسته بندی مواد غذایی

نوع پوشش	نفوذ پذیری (cm3/m2.d.atm in 25^{0}C)			عبور بخار آب (g/m2.d.atm in 38^{0}C and 90% RH)
	اکسیژن	نیتروژن	دی اکسید کربن	
پلی اتیلن با چگالی کم	۷۸۰۰	۲۸۰۰	۴۲۰۰۰	۱۸
پلی اتیلن با چگالی بالا	۲۶۰۰	۶۵۰	۷۶۰۰	۷-۱۰
پلی پروپیلن	۳۷۰۰	۶۸۰	۱۰۰۰۰	۱۰-۱۲
پلی استر	۸۰۰-۱۵۰۰	۶۰۰-۱۲۰۰	۷۰۰۰-۲۵۰۰۰	۴۰۰-۶۰۰

$$\%\ \text{اسیدیته قابل تیتراسیون} = \frac{\text{سود مصرفی X نرمالیته سود X وزن اکی والان اسید غالب}}{\text{وزن نمونه تیتر شده X ۱۰۰۰}} \times ۱۰۰$$

۷۷/۵= وزن اکی والان اسید تارتاریک

(فرمول ۱)- نحوه محاسبه درصد اسیدیته قابل تیتراسیون



(شکل۱)- نمودار استاندارد گلوکز

میزان اسیدیته قابل تیتراسیون

نتایج منعکس شده درشکل ۳ نشان می‌دهد که در میوه‌های بسته بندی شده با GC1 و GC3 مقادیر عددی میزان اسیدیته قابل تیتراسیون تا پایان روز ۴۵ بطور معنی داری کاهش می‌یابد. این در حالی است که در میوه‌های بسته بندی شده با GC2 و GC4 میزان اسیدیته قابل تیتراسیون عصاره از روز برداشت تا روز ۳۰ کاهش معنی داری نشان می‌دهد اما در روز ۴۵ با یک افزایش شدید مواجه می‌شود.

میزان pH

توجه به نمودار ترسیم شده از داده‌های بدست آمده در طی زمان (شکل ۴) نشان می‌دهد که در GC1 و GC3 میزان pH تا پایان روز ۴۵ به طرز معنی داری افزایش می‌یابد. این در حالی است که در نمونه های بسته بندی شده با GC2 و GC4 میزان pH تا روز ۳۰ افزایش معنی دار نشان می دهد اما کاهشی در روز ۴۵ ظاهر می‌شود.

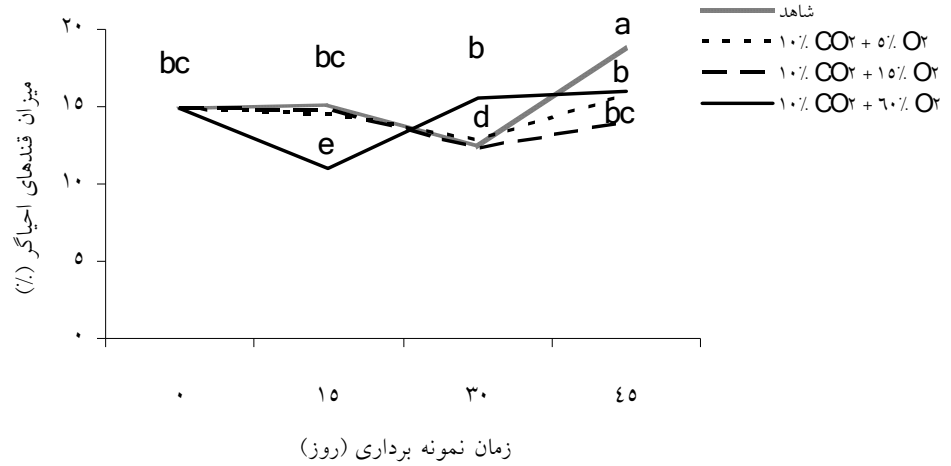
میزان حبه‌های آلوده

با توجه به نتایج منعکس شده در شکل ۵ نخستین افزایش معنی دار در میزان آلودگی (آغاز آلودگی) در نمونه‌های GC1 (شاهد)، GC2 و GC3 در روز ۳۰ دیده می‌شود. این در حالی است که چنین افزایشی برای نمونه‌های بسته بندی شده با GC4 در روز ۴۵ دیده می‌شود.

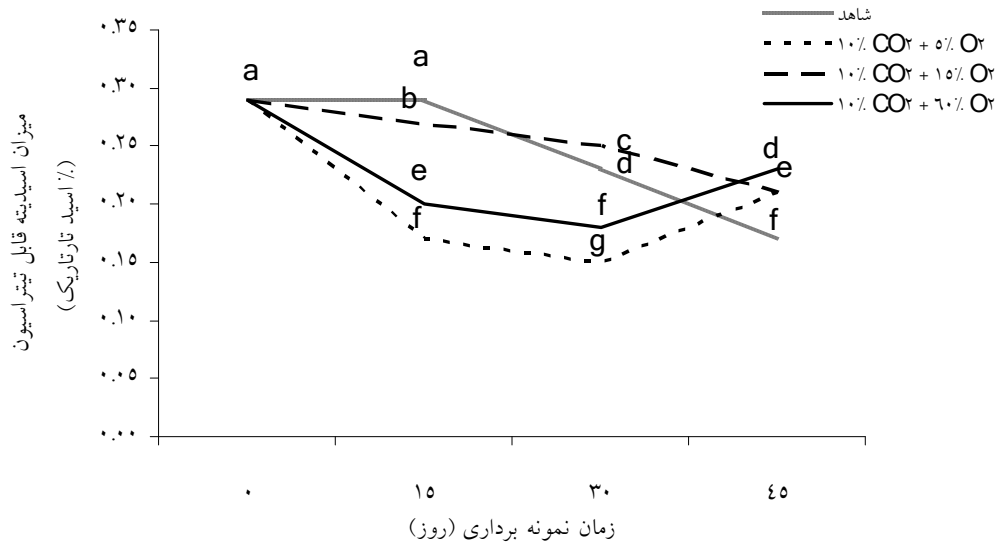
علاوه بر این روند تاخیری، نمودار ترسیم شده از داده‌های بدست آمده از ۴ ترکیب گازی مورد استفاده (شکل ۶) نشان می‌دهد که میزان آلودگی در نمونه‌های بسته بندی شده با GC4 به طرز معنی داری کمتر است. اگرچه در این نمودار نمونه‌های بسته بندی شده با دو ترکیب گازی GC2 و GC3 شرایط نامناسب تری نسبت به شاهد دارند اما بررسی بیشتر شکل ۵ نشان می‌دهد که این میزان برای GC2 تا روز ۴۵ به طرز معنی داری کمتر است.

بحث

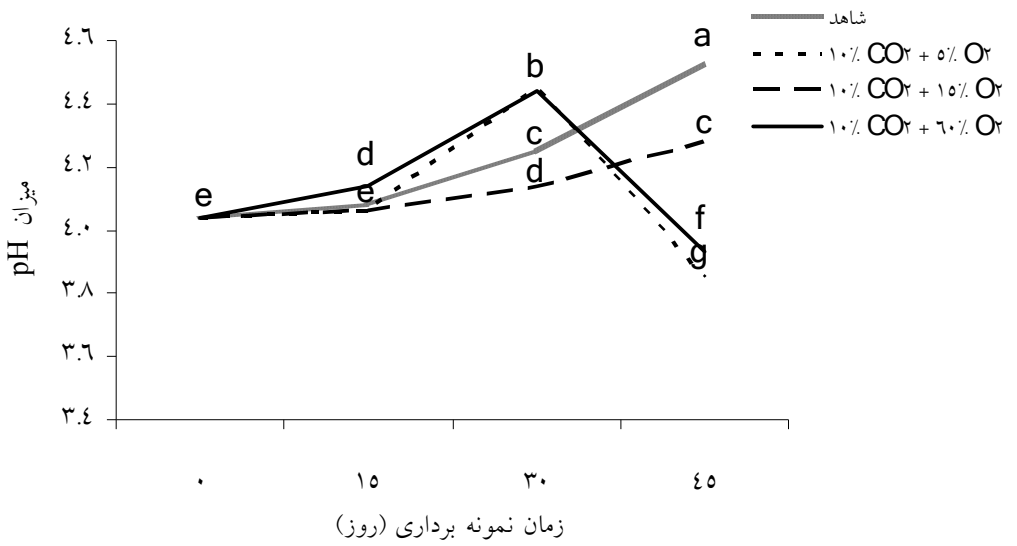
همانگونه که در شکل ۵ مشخص شده است نخستین افزایش معنی دار در میزان آلودگی در ترکیب‌های گازی GC1، GC2 و GC3 در روز ۳۰ ظاهر می‌شود. مقدار عددی قندهای احیاگر در این روز در حدود ۱۲-۱۳٪ است. هیل و همکاران (۱۹۸۱) و ماریوس و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کرده اند که بروز پوسیدگی خاکستری در اثر قارچ *B. cinerea* در شرایط مزرعه ای زمانی اتفاق می‌افتد که میزان قندهای محلول در آب میوه ها به ۱۰-۱۲٪ درصد برسد. چنین شباهتی می‌تواند حاکی از آن باشد که در این درصد از قندهای محلول، شرایط مناسب برای رشد و توسعه قارچ *B. cinerea* فراهم می‌شود. بر اساس گزارش‌های هیل و همکاران (۱۹۸۱) و ماریوس و همکاران (۱۹۹۲) افزایش میزان قندها در شرایط مزرعه و در طول زمان امکان تغذیه پاتوژن را فراهم می‌سازد.



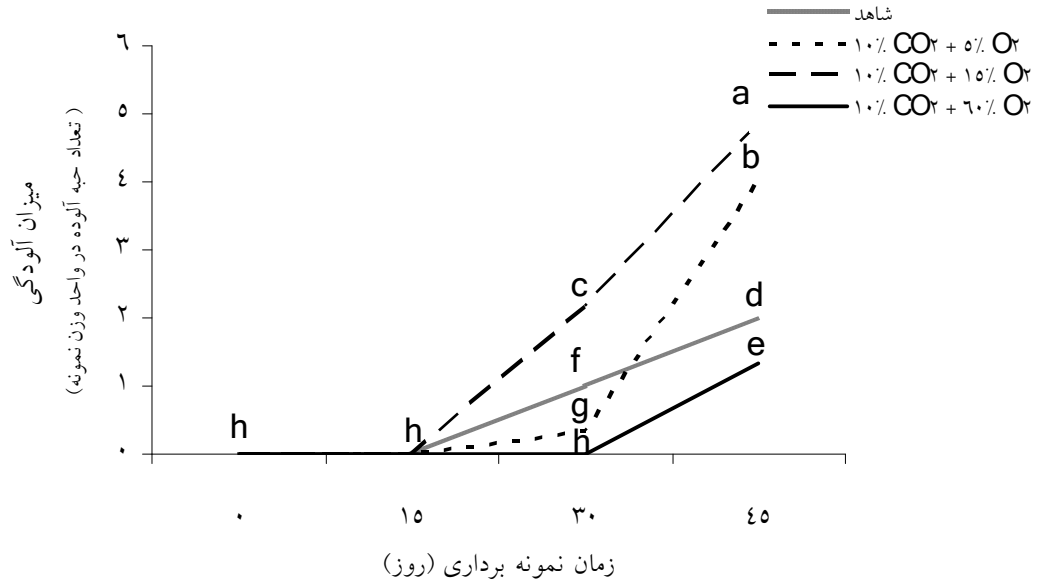
(شکل۲)- روند تغییرات قندهای احیاگر در طی زمان



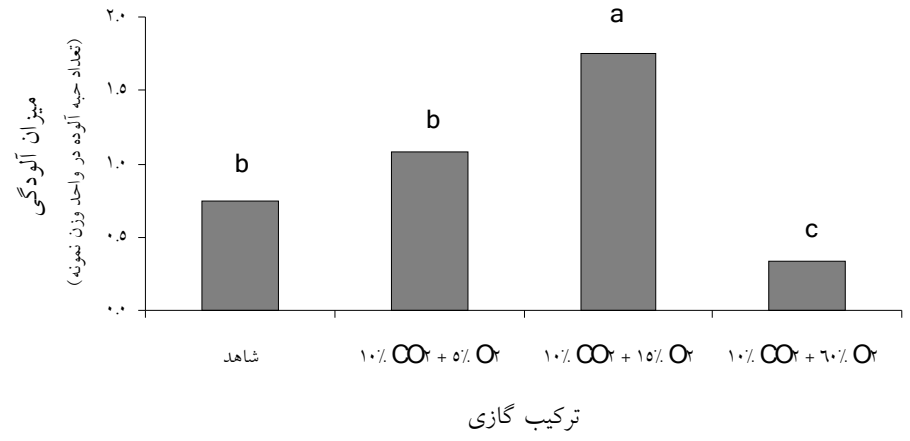
(شکل۳)- روند تغییرات اسیدیته قابل تیتراسیون در طی زمان



(شکل٤)- روند تغییرات میزان pH در طی زمان



(شکل۵)- روند افزایشی میزان آلودگی در طی زمان



(شکل۶)- اثر ترکیب گازی بر میزان حبه‌های آلوده

(جدول۲)- جدول تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی

منبع تغییرات	درجه آزادی	F			
		آلودگی	قندهای احیاگر	TTA	pH
پوشش	۱	۱۷/۶۹**	۰/۹۱ $^{n.s.}$	۴/۳۲ $^{n.s.}$	۳/۳۶ $^{n.s.}$
ترکیب گازی	۳	۵۷/۹۵**	۷/۳۱**	۴۵/۸۰**	۲۷/۷۰**
پوشش * ترکیب گازی	۳	۱۰/۸۳ **	* ۲/۸۱	۳/۹۷ *	* ۱/۶۷
زمان	۳	۴۳۴/۵۰**	۵۲/۰۶ **	۱۵۵/۸۹**	۱۴۲/۱۵ **
پوشش * زمان	۳	۵/۹۰**	۱/۴۷ $^{n.s.}$	۳/۵۴ $^{n.s.}$	۲/۸۸ $^{n.s.}$
ترکیب گازی * زمان	۹	۲۸/۳۷ **	۲۱/۷۹ **	۳۲/۲۶ **	۹۳/۰۴ **
پوشش * ترکیب گازی * زمان	۹	۹/۲۱**	۰/۶۳ $^{n.s.}$	۲/۱۶ $^{n.s.}$	۰/۶۲ $^{n.s.}$
خطا	۶۴	----------	----------	----------	----------
کل	۹۵	----------	----------	----------	----------

** معنی دار در سطح ۱٪ * معنی دار در سطح ۵٪ n.s. غیر معنی دار

در سال ۲۰۰۶ فردی به نام کویی در یک مقاله مروری اثر قندهای محلول، درتوازن ROS و پاسخ به تنش‌های اکسایشی را توضیح و تفسیر نمود. قندهای محلول نقش دوگانه ای را در مورد ROS نشان می‌دهند. مهمترین منبع تولید ROS تنفس میتوکندریایی است. بنابراین قندها متابولیت‌های اصلی تولید ROS هستند (۱۸). در عالم گیاهی گلوکز ضمن تولید ROS درمیتوکندری از طریق وارد شدن به مسیرOPP و تولید NADPH می‌تواند یک شکارگر ROS باشد. علاوه بر این گلوکز مهمترین پیش ساز ترکیباتی مثل کاروتنوئیدها (۲۱)، اسکوربات (۲۶) و تامین کننده اسکلت کربنی مورد نیاز برای سنتز اسیدهای آمینه ای مثل سیستئین، گلوتامین و گلیسین است که سازنده‌های اصلی گلوتاتیون هستند (۲۰). تمام این موارد به ظرفیت کل آنتی اکسیدانی مربوط می‌شود. علاوه بر تمام این ها مشخص شده است که قندها به عنوان تنظیم کنندگان بیان ژن در گیاهان عمل می‌کنند (۱۰، ۱۶ و ۲۵). تغییرات قندها توان تغییر بیان ژنهایی از قبیل ژنهای پاسخ به تنش‌های غیر زیستی مثل چالکون سنتاز[1] (عامل سنتز آنتوسیانین ها) (۳۰) و یا سوپر اکسید دیسموتاز (SOD)[2] که عامل اصلی تبدیل O_2^- به H_2O_2 است (۱۲) را دارد (۱۶).

بر اساس این مطالب به نظر می‌رسد افزایش در میزان قندهای احیاگر پس از کاهش اولیه در طول انبارداری پاسخی است که به تنش ناشی از آلودگی داده می‌شود. به عبارتی این افزایش می‌تواند به دلیل تاثیر بر محتوای آنتی اکسیدانی کل جلوی انتشار آلودگی را بگیرد. نگاهی گذرا به شیب افزایشی در میزان قندهای احیاگر نشان می‌دهد که شیب این افزایش برای نمونه‌های شاهد که از هیچ تیمار کنترل کننده برخوردار نشده اند به طرزمعنی داری بیشتر است. توجه به روند تغییرات میزان قندهای احیاگر در آب میوه‌های بسته بندی

1- Chalcone synthase
2- Suoeroxide dismotase

شده با GC4 نشان می‌دهد که نخستین کاهش معنی دار در روز ۱۵ ظاهر می‌شود. این کاهش زود هنگام در میزان قندهای احیاگر در عصاره میوه‌های بسته بندی شده با GC4 می‌تواند به دلیل اثرات مقادیر افزایش یافته O_2 باشد. اثرات چنین تیماری در تشدید تنفس گزارش شده است (۱۴). کاهش شدید قند توان فعال سازی آنزیم‌های تجزیه گر دیواره سلولی را دارد. در نتیجه فعالیت این آنزیم ها ترکیبات دیواره سلولی به اجزای سازنده خود تبدیل می‌شوند. ممکن است در اثر فعالیت برخی از این آنزیمها مثل گلیکوزیل هیدرولازها ترکیبات دیواره سلولی به قندهای ساده تبدیل شوند (۱۷). به نظر می‌رسد افزایش زود هنگام میزان قندهای احیاگر در آب میوه‌های بسته بندی شده با مقادیر بالای O_2 به دلیل کاهش زود هنگام آن باشد چرا که شانس تجمع مجدد قند در این نمونه ها بیشتر است. به عبارتی کاهش زود هنگام و متعاقبا افزایش زود هنگام فرصت کافی در اختیار بافتها قرار می‌دهد تا بهتر از خود دفاع نمایند. مشخص شده است که توان آنتی اکسیدانی خود قندها بسیار ناچیز است در عوض آنها کنترل کننده سیستم‌های آنتی اکسیدانی هستند. پیشتر عنوان شد که گلوکز توان القای بیان ژن SOD را دارد. بیان ژن SOD علاوه بر منابع کافی از اسیدهای آمینه و اسکلت کربنی به عناصر کلیدی منگنز و آهن نیاز دارد. محصول برداشت شده اتصال خود را با گیاه مادری از دست داده است بنابر این فراهم سازی ترکیبات اولیه برای افزایش بیان ژنی مثل SOD در انبار اندکی مشکل به نظر می‌رسد. از اینجا می‌توان دلیل افزایش شدید و ناگهانی در میزان قندهای احیاگر را درک کرد. در حقیقت این افزایش شدید به منظور بهره گیری از حداقل موجودی بافتهاست. زمانی که بافتهای گیاهی با این افزایش شدید در ماده اصلی فرایندهای تنفسی رو به رو شوند به دلیل عدم پاسخگویی سیستم‌های آنزیمی به این سیل عظیم مواد اولیه تولید ROS با سرعت بیشتری ادامه خواهد یافت.

موضوعی که در اینجا اهمیت پیدا می‌کند این است که چرا روند افزایشی در میزان قندهای احیاگر در نمونه‌های GC4 (که کنترل مناسبی از آلودگی را ارایه داده است) ادامه پیدا نکرده است؟ آیا واقعا این روند افزایشی ادامه پیدا نکرده یا اینکه اتفاق دیگری افتاده است؟ شاید بتوان فرض کرد کارایی GC4 علاوه بر کاهش و افزایش زود هنگام در میزان قندهای احیاگر به مدیریت مناسب قندهای جدیدی مربوط باشد که بافتها را فراگرفته است. برای مثال این قندهای جدید با شرکت در واکنشهای سنتز ترکیبات آنتی اکسیدان ضمن بهبود توان آنتی اکسیدان کل شانس تولید ROS را نیز کاهش دهند. اثبات چنین فرضیه ایی مستلزم کاربرد ردیاب‌های دقیقی است تا ترکیبات هدف شناسایی شوند. با این حال نتایج بدست آمده از اسیدیته قابل تیتراسیون، می‌تواند یکی از این ترکیبات احتمالی را اسید تارتاریک معرفی نماید.

کاهش در میزان اسیدیته قابل تیتراسیون که در طول زمان گزارش شده است (۱، ۲ و ۴) به دلیل مصرف شدن اسیدهای آلی در فرایندهای تنفسی است. مقایسه نتایج ۳۰ روز اول نشان می‌دهد که تندی شیب روند کاهشی میزان اسیدیته به ترتیب به GC2، GC4، GC1 و GC3 اختصاص دارد. به نظرمی رسد این رتبه بندی به توان هر ترکیب گازی در مصرف اسیدهای آلی مربوط باشد. ترتیب تندی شیب در GC4، GC1 و GC3 کاملا واضح است و به سرعت تنفسی مربوط می‌شود. افزایش سرعت واکنش‌های تنفسی در حضور مقادیر افزایش یافته O_2 (۱۴) و کاهش سرعت واکنش‌های تنفسی با مقادیر افزایش یافته CO_2 (۱۵) نسبت به هوای عادی نشان داده شده است. شواهد نشان می‌دهد که تندی شیب کاهشی برای GC2 بایستی در رتبه بعد از GC3 قرار میگرفت اما عملا نتیجه عکس به دست آمده است. شاید بروز این حالت ریشه در مسیرهای ناشناخته فیزیولوژیک داشته باشد. توجه به روز ۴۵ در تمامی ترکیب‌های گازی حاکی از افزایش مجدد در میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (اسید تارتاریک) در عصاره میوه‌های بسته بندی شده با GC2 و GC4 است. در حالی که روند کاهشی در GC1 و GC3 ادامه می‌یابد. اگرچه گزارشاتی مبنی بر سنتز اسید تارتاریک در طی مسیر سنتزی اسید اسکوربیک در طی مراحل رشدی گیاه وجود دارد (۸) اما اینکه آیا این فرایند در مرحله پس از برداشت هم صورت می‌گیرد یا نه مشخص نیست. گزارش هایی حاکی ازتولید اسید اسکوربیک از گلوکز (یکی از قندهای احیاگر) وجود دارد (۲۶). نگاهی اجمالی به دو شکل ۲ و ۳ نشان می‌دهد که افزایش در اسیدیته قابل تیتراسیون در GC2 و GC4 پس از افزایش در میزان قندهای احیاگر دیده می‌شود. به نظر می‌رسد لازمه افزایش در میزان اسیدیته قابل تیتراسیون افزایش در میزان قندهای احیاگر باشد. توجه به تجمع قندهای احیاگر در بافتها که در اصل برای کنترل آلودگی صورت می‌گیرد زمینه مساعدی را برای توسعه آلودگی فراهم می‌نماید. بنابراین لازم است تا بافتهای گیاهی از تمام توان خود برای جلوگیری از توسعه آلودگی بکاهند. با وجودی که این موضوع از طریق افزایش در بیان و فعالیت آنزیم SOD با موانعی روبرو می‌شود نبایستی سایر آنتی اکسیدانها را کنار گذاشت. از آنجا که توان آنتی اکسیدانی اسید تارتاریک مشخص است (۲۲) به نظر می‌رسد افزایش مجدد در اسیدیته قابل تیتراسیون (اسید تارتاریک) نوعی مکانیسم دفاعی در نتیجه افزایش بی رویه قندهای احیاگر باشد. همچنین بررسی هر چهار ترکیب گازی نشان می‌دهد که این افزایش در میزان اسیدیته قابل تیتراسیون تنها در GC2 و GC4 (که شرایط مناسب تری را از لحاظ کنترل آلودگی دارا بوده اند) ظاهر می‌شود. احتمال داده می‌شود بروز این پدیده به اثر مستقیم ترکیب‌های گازی GC2 و GC4 مربوط باشد.

افزایش در میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در نمونه‌های GC2 و GC4 در انتهای آزمایش چنین می‌نماید که میزان قندهای احیاگر در این دو نوع نمونه بایستی با کاهش پس از افزایش روبرو گردد در

حالی که عملا چنین موردی دیده نمی شود. روند افزایشی در میزان قندهای احیاگر در نمونه‌های GC2 ادامه یافته و در GC4 متوقف می‌شود. شاید بتوان چنین فرض کرد که کارایی بهتر GC4 نسبت به GC2 در طی زمان به این دلیل است که واکنش‌های تبدیل قندهای احیاگر به اسید تارتاریک اندکی زودتر آغاز می‌شود به طوری که این موضوع با توقف در افزایش میزان قندهای احیاگر در این نمونه ها ظاهر می‌شود. در هر حال کاملا واضح است که پاسخ قاطع به تمام این فرضیه ها نیازمند آزمایشات دقیق مولکولی و آنزیمی است.

چیزی که در اینجا اهمیت پیدا می‌کند پیدا کردن مدارک و شواهدی است که شانس اثبات چنین فرضی را افزایش دهد. در این بین میزان همخوانی دو شکل۳ و ۴ می‌تواند نقش مهمی در این رابطه بر عهده داشته باشد. گزارش شده است که pH عصاره انگور توسط میزان اسید تارتاریک آن کنترل می‌شود (۸). توجه به نتایج بدست آمده از تغییرات pH عصاره نمونه ها همخوانی و تطابق بالایی را با تغییرات اسیدیته قابل تیتراسیون نشان می‌دهد که می‌تواند از صحت تغییرات ایجاد شده در میزان اسیدیته قابل تیتراسیون حمایت نماید.

سپاسگزاری

در پایان نگارندگان از معاونت محترم پژوهشی و فناوری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران بخاطر تامین اعتبارات لازم برای انجام پژوهش فوق و گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی در جهت فراهم آوردن برخی از امکانات آزمایشی کمال تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

۱- دهستانی اردکانی م. ۱۳۸۵. بررسی مقدماتی تاثیر تیمارهای مختلف گاز CO_2 بر روی نگهداری توت فرنگی. پایان نامه کارشناسی. گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم باغبانی و گیاه پزشکی، پردیس کشاورزی ومنابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۲- خلیلی ف. ۱۳۸۶. جلوگیری از پیری در کلم براکلی با استفاده از بسته بندی در اتمسفر تعدیل یافته و سایتوکینین. . پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

۳- مسیب زاده ع. ۱۳۸۷. بررسی اثر بسته بندی در اتمسفر تعدیل یافته (MAP) به تنهایی و در ترکیب با تیمار اتانول و پیش تیمار گرمایی بر انبارمانی و حفظ خصوصیات کیفی انگور رقم شاهرودی. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم باغبانی و گیاه پزشکی، پردیس کشاورزی ومنابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۴- مقومی م. ۱۳۸۶. اثر ترکیبی اتمسفر تعدیل یافته، تیمار دمایی و 1-MCP روی کیفیت پس از برداشت میوه توت فرنگی رقم سلوا. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم باغبانی و گیاه پزشکی، پردیس کشاورزی ومنابع طبیعی، دانشگاه تهران.

5- Barros M., Bandy B., Tahara E. and Kowaltowksi A. 2004. Higher respiratory activity decreases mitochondrial reactive oxygen release and increases life span in Saccharomyces cerevisiae. J. Biol. Chem. 279:49883-49888.

6- Choquer M., Fournier E., Kunz C., Levis C., Pradier J., Simon A. and Viaud M. 2007. Botrytis cinerea virulence factors: new insights into a necrotrophic and polyphageous pathogen. FEMS Microbiol Let. 277: 1-10.

7- Couee I., Sulmon C., Gouesbet G. and Amrani A.E. 2006. Involvement of soluble sugars in reactive oxygen species balance and responses to oxidative stress in plants. J. of Experimental Botany, 57:449-459.

8- DeBolt S., Cook D.R. and Ford C.M. 2006. L-Tartaric acid synthesis from vitamin C in higher plants. PNAS. 103: 5608-5613.

9- Elad Y., Williamson B., Tudzynski P. and Delen N. 2004. *Botrytis* spp. and diseases they cause in agricultural systems. Pp. 428, in: P.C. Elad Y., Williamson B., Tudzynski P. & Delen N. (eds), an introduction. *Botrytis*: Biology, Pathology and Control. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.

10- Graham I., Denby K. and Leaver C.J. 1992. Carbon catabolite repression regulates glyoxylate cycle gene expression in cucumber. The Plant Cell, 6:761-772.

11- Greenberg J. and Yao N. 2004. The role and regulation of programmed cell death in plant-pathogen interactions. Cell Microbiol., 6:201-211.

12- Hassan H. 1984. Determination of microbial damage caused by oxygen free radicals, and the protective role of superoxide dismutase. Methods Enzymol., 105:405-412.

13- Hill G., Kitleer F.S., Huth G. and Schlosser E. 1981. Resistance of grapes in different development stages to *Botrytis cinerea*. Phytopathol. Zeitsch. 102: 328-338.

14- Kader A.A. and Ben-Yehoshua S. 2000. Effect of super atmospheric oxygene levels on postharvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables. Postharvest Biol. Technol., 20:1-13.

15- Ke D., Mateos M. and Kader A.A. 1993. Regulation of fermrntative metabolism in fruits and vegetables by controlled atmospheres. Proceedings from the sixth international controlled atmosphere researches conference NRAES-71. Cornell University, Ithaca, NY Pp. 63-77.

16- Koch K. 1996. Carbohydrate-modulated gene expression in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. and Plant Molecular Biol., 47:509–540.

17- Lee E. J., Matsumura Y., Soga K., Hoson T. and Koizumi N. 2007. Glycosyl hydrolases of cell wall are induced by sugar starvation in Arabidopsis. Plant cell physiol., 48:405-413.

18- Lieber C. 1997. Cytochrome P450 2E1: Its physiological and pathological role. Physiological Rev., 77:517-544.

19- Marois J.J., Bledsoe A.M. and Higa L.J.B. 1992. Bunch rots. In: Flaherty, D. L. (Ed.), Grape Pest Management, University of California, Davis, Pp. 63-70.

20- Noctor G. and Foyer C. 1998. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen species under control. Annu. Rev. Plant Physiol. and Plant Molecular Biol. 49: 249-279.

21- Pallett K. and Young A. 1993. Carotenoids. In: Alscher RG, Hess JL, eds. Antioxidants in higher plants. Boca Raton, FL, CRC Press, 91-110.

22- Papadopoulos K., Triantis T., Dimotikali D. and Nikokavouras J. 2001. Evaluuation of food antioxidant activity by photostorage chemiluminescence. Analytica Chemica Acta, 433:263-268.

23- Prusky D. 1996. Pathogene quiescence in postharvest diseases. Ann. Rev. Phytopathol. 34: 413-434.

24- Roitsch T. 1999. Source-sink regulation by sugar and stress. Curr. Opin. Plant Biol. 2:198-206.

25- Rolland F., Gonzalez E.B. and Sheen J. 2006. Sugar Sensing and Signaling in Plants: Conserved and Novel Mechanisms. Annu. Rev. Plant. Biol., 57:675-709.

26- Smirnoff N., Conklin P. and Loewus F. 2001. Biosynthesis of ascorbic acid in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. and Plant Mol. Biol., 52:437-467.

27- Tenberge K.B., Beckedorf M., Hoppe B., Schouten A., Solf M. and von den Driesch M. 2002. In situ localization of AOS in host-pathogen interactions. Microsc. Microanal. 8: 250-251.

28- Tenberge K. 2004. Morphology and cellular organisation in *Botrytis* interactions with plants. *Botrytis*: Biology, Pathology and Control (Elad Y., Williamson, B., Tudzynski, P. and Delen, N. pp. 67-84. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.

29- Terry L.A. and Joyce D.C. 2004. Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review. Postharvest Biol. Technol., 32:1-13.

30- Tsukaya H., Ohshima T., Nito S., Chino M. and Komeda Y. 1991. Sugar dependent expression of the CHS, A gene for chalcone synthase from Petunia in transgenic Arabidopsis. Plant Physiol., 97:1412-1414.

31- Van Kan J. 2006. Licensed to kill: the lifestyle of a necrotrophic plant pathogen. Trends Plant Sci., 11:247-253.

Journal of Horticultural Sciences
Vol. 23, No. 2, Fall-Winter 2009-10, P. 68-77
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۸۸، ص. ۷۷-۶۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Evaluation of biochemical changes and gray mould during storage of Shahroodi table grapes under modified atmosphere packaging

A. Mosayyebzadeh[1*] - Y. Mostofi[2] - M. Javan Nikkhah[3] – Z. Emam Jome[4]

Abstract

The present research was conducted to evaluate the biochemical changes trends of Shahroodi table grapes tissues in a factorial experiment on the basis of completely randomized design with three replications under modified atmosphere packaging compared to the controls. Three gas combinations including 10%CO_2+5%O_2 (GC2), 10%CO_2+15%O_2 (GC3) and 10%CO_2+60%O_2 (GC4) using two types of polymeric films (polypropylene and polyethylene) were used to store grapes at 1 ^oC and 80-90% RH. The content of reducing sugars, total titratable acidity (TTA) and pH of fruit juice were measured every 15 days following the placing of fruits for 24 hrs at room temperatures. The results of 45 days storage showed that along with decreased reducing sugars content the infection incidence has been increased. On the other hand a sharp increase in reducing sugars content was observed after infection incidence. Our results showed that the early increase of reducing sugars content in the fruits of GC4 occurred along with less infection. In addition, it was observed that the decrease of TTA and increase of pH showed slower trends in these samples.

Key words: Reducing sugars, Gray mould, Shahroodi Table Grapes, Modified atmosphere packaging

1,2- M. Sc. Student and Associate Professor, Department of Horticulture Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj
(*- Corresponding author Email address: mosayyebzadeh_f@yahoo.com)
3- Associate Professor, Department of Plant Pathology, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj
4- Associate Professor, Department of Food Science and Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj