ارزیابی اثر برخی تیمارهای پس از برداشت بر افزایش عمر انبارمانی قارچ تکمه‌ای

فهیمه سرلک[1]، اورنگ خادمی[2]*، جواد عرفانی مقدم[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه باغبانی دانشگاه ایلام
۲- عضو هیات علمی گروه باغبانی دانشگاه شاهد
۳- عضو هیات علمی گروه باغبانی دانشگاه ایلام

(تاریخ دریافت: ۹۳/۰۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۱۵)

چکیده

عمر پس از برداشت قارچ خوراکی به دلیل حمله باکتری و قهوه‌ای شدن آنزیمی محدود است. در این پژوهش برای افزایش ماندگاری قارچ تکمه‌ای از ترکیبات ضد باکتری و ضد قهوه‌ای شدن استفاده شد. به این منظور تیمارهای اسید اگزالیک و اسید سیتریک در غلظت‌های ۱/۵ و ۲/۵ میلی‌مولار، پراکسید هیدروژن در غلظت‌های ۱/۵ و ۲/۵ درصد، اسید آسکوربیک در غلظت ۱/۵ میلی‌مولار و کلرید کلسیم در غلظت یک درصد به صورت غوطه‌وری به مدت دو دقیقه بر قارچ خوراکی اعمال شده و قارچ‌ها پس از بسته‌بندی با پوشش سلوفان در دمای چهار درجه سانتیگراد انبار شدند. شاخص‌های درصد افت وزن، درجه قهوه‌ای شدن، نشت یونی و میزان تشکیل کلونی باکتریایی در زمانهای ۸ و ١٦ روز پس از انبارداری اندازه‌گیری شدند. بر اساس نتایج حاصل تیمارهای کلرید کلسیم، اسید آسکوربیک و پراکسید هیدروژن موجب کنترل قهوه‌ای شدن در مقایسه با شاهد گردیدند. ولی تیمارهای اسید اگزالیک و اسید سیتریک با وجود کاهش بار میکروبی چندان تاثیر مثبتی از این نظر نشان ندادند. تیمار کلرید کلسیم با کاهش از دست دادن آب، نشت یونی و جمعیت باکتریایی، تیمار اسید آسکوربیک با کاهش نشت یونی، جمعیت باکتریایی و تیمار پراکسید هیدروژن با کاهش جمعیت باکتریایی منجر به افزایش عمر پس از برداشت قارچ خوراکی شدند.

کلید واژگان: افت وزن، باکتری، درجه قهوه‌ای شدن، قارچ تکمه‌ای، ماندگاری

* مسئول مکاتبات: o.khademi@shahed.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

قارچ تکمه‌ای با نام علمی *Agaricus bisporus* یکی از انواع قارچ‌های خوراکی است که به صورت تجاری در جهان کشت و مصرف می‌شود [۱]. قارچ تکمه‌ای در مقایسه با انواع سبزیجات و میوه‌ها، عمر مفید پس از برداشت کوتاهی دارد [۲]. به طوری که قارچ تکمه‌ای در دمای متوسط محیط، ٤-۲ روز عمر می‌کند [۳]. سرعت تنفس بالا، از دست دهی سریع آب و قهوه‌ای شدن از دلایل عمده کوتاه بودن عمر پس از برداشت قارچ خوراکی می‌باشند [۲]. قهوه‌ای شدن پس از برداشت پدیده رایج در اکثر محصولات با گوشت سفید از جمله قارچ است. قهوه‌ای شدن در قارچ طی دو مکانیسم فعالیت آنزیمی و فعالیت باکتریایی رخ می‌دهد. قهوه‌ای شدن آنزیمی ناشی از فعالیت آنزیم تیروزیناز از خانواده پلی‌فنول-اکسیداز (PPO) می‌باشد [٤]. آنزیم تیروزیناز دارای فعالیت مونوفنولازی است که موجب هیدروکسیله شدن مونوفنل و تبدیل آن به دی فنول می‌گردد. دی‌فنول ایجاد شده اکسید و تولید کوئینون می‌کند. کوئینون طی واکنش‌های شیمیایی تولید مولکول‌های ملانین قهوه‌ای تا سیاه رنگ با وزن مولکولی بالا می‌شود [۵]. آنزیم تیروزیناز در حالت عادی خاموش است که در حضور باکتری *Pesodomunas tolaasii* فعال می‌گردد [۱]. باکتری *Pesodomunas tolaasii* در بستر پرورش قارچ وجود دارد و فراوان‌ترین باکتری است که در زمان برداشت همراه با قارچ منتقل می‌شود. این باکتری موجب ایجاد لکه‌های قهوه‌ای و کمی فرورفته در کلاهک قارچ می‌شود که ۳-۲ میلی‌متر زیر بافت کلاهک نفوذ می‌کند [٦]. سمی موسوم به تولوزین توسط باکتری تولید و با آسیب به غشا سلولی موجب ایجاد عارضه قهوه‌ای شدن بافت می‌گردد و بیشترین خسارت را به تولید کنندگان قارچ وارد می‌کند. برخی از قارچ-ها در زمان برداشت به ظاهر سالم هستند ولی در زمان انبارداری بیماری را نشان می‌دهند [۲].

اثر اصلی شستشوی قارچ حذف بقایای باقیمانده خاک پوششی از اندام است [٦]. شستشوی قارچ با آب در پس از برداشت، موجب افزایش تکثیر باکتری و تسریع در قهوه‌ای شدن می-شود. با این حال شستن قارچ با ترکیبات ضد قهوه‌ای شدن سبب بهبود کیفیت، تأخیر در تغییر رنگ و افزایش انبارداری می‌شود [۵]. عوامل ضد قهوه‌ای شدن به ۵ گروه ترکیبات؛ کاهش دهنده فعالیت آنزیمی، ترکیب شونده با آنزیم، بازدارنده فعالیت آنزیمی، کلاته کننده مس و اسیدهای آلی تقسیم می-شوند [۷].

اسیدهای آلی موثر در پس از برداشت شامل اسید اگزالیک، اسید سیتریک، اسید تارتاریک و اسید آسکوربیک می‌باشند که با کاهش pH محصول، فعالیت باکتری و آنزیم را کاهش می-دهند. آنزیم تیروزیناز در pH کمتر از ٤ حداقل فعالیت را دارد. اسیدهای مذکور همچنین جایگاه فعال آنزیم را کلاته و آنزیم را غیرفعال می‌کنند [۸].

اسید آسکوربیک موجب بازگشت کوئینون به دی‌فنول می‌گردد که یک ترکیب بی‌رنگ است. همچنین جایگاه فعال آنزیم پلی-فنل‌اکسیداز را از حالت Cu^{+2} به Cu^{+1} تبدیل و آنزیم غیر فعال می‌گردد [۷]. نقش اسیدهای آلی در افزایش انبارداری بسیاری از محصولات باغبانی گزارش شده است [۲].

نشان داده شده است که استفاده از نمک کلسیم در آب آبیاری قارچ خوراکی موجب حفظ سفتی و کاهش فعالیت آنزیمی و در پی آن افزایش عمر پس از برداشت قارچ خوراکی می‌شود [۹].

نریا و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که غوطه‌وری قارچ در محلول پراکسید هیدروژن ٪۵-۳ موجب کاهش جمعیت میکروبی و بدین طریق کنترل عارضه قهوه‌ای شدن و افزایش عمر پس از برداشت قارچ خوراکی گردیده است [۵]. اثر مثبت تیمار پراکسید هیدروژن در کنترل آلودگی میکروبی میوه‌های انگور و طالبی نیز گزارش شده است [۱۰ و ۱۱].

بر اساس گفته بیشتر تولید کنندگان، عامل محدود کننده عمر مفید پس از برداشت قارچ خوراکی در ایران قهوه‌ای شدن سریع قارچ می‌باشد. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تأثیر تیمارهای ضد قهوه‌ای شدن در افزایش عمر مفید قارچ خوراکی تکمه‌ای تولید شده در ایران می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه نمونه و تیمار

این پژوهش در اسفند ماه ۱۳۹۲ و در آزمایشگاه باغبانی دانشگاه ایلام اجرا گردید. نمونه‌های قارچ تکمه‌ای مورد استفاده با کلاهک بسته و دارای قطر یکسان ٤۰ میلی‌متر از شرکت قارچ ملارد کرج تهیه و تحت دمای نزدیک ۱۰ درجه سانتیگراد ظرف مدت ۲٤ ساعت به آزمایشگاه محل آزمایش منتقل شد. تیمارهای مورد اعمال شامل بدون اعمال تیمار

Archive of SID

www.SID.ir

(شاهد خشک)، تیمار با آب مقطر (شاهد آب)، اسید اگزالیک در غلظت‌های ۱/۵ و ۲/۵ میلی مولار، اسید سیتریک در غلظت‌های ۱/۵ و ۲/۵ میلی مولار، پراکسید هیدروژن در غلظت‌های ۱/۵ و ۲/۵ درصد، کلرید کلسیم در غلظت یک درصد و اسید آسکوربیک در غلظت ۱/۵ میلی مولار بود. قارچ‌ها به مدت دو دقیقه در تیمارهای فوق غوطه ور شده و سپس در دمای آزمایشگاه خشک و درون ظروف پلی اتیلنی با استفاده از پوشش سلوفان بسته بندی شدند. بسته‌ها به دمای چهار درجه سانتیگراد منتقل و در زمانهای ۸ و ١٦ روز مورد بررسی و شاخص‌های درصد افت وزن، درجه قهوه‌ای شدن، نشت یونی و میزان تشکیل کلونی باکتری اندازه‌گیری شد.

۲-۲- اندازه‌گیری صفات کیفی

برای محاسبه افت وزن در دوره انبارداری، نمونه‌ها قبل از انبارداری با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند. پس از پایان دوره انبارداری نمونه‌ها با همان ترازو دوباره توزین شدند و با استفاده از فرمول زیر میزان افت وزن نمونه‌ها بر حسب درصد محاسبه گردید [۱۲].

$$\text{درصد کاهش وزن نمونه} = \frac{\text{وزن نمونه در ابتدای انبارداری} - \text{وزن نمونه در خاتمه انبارداری}}{\text{وزن نمونه در ابتدای انبارداری}} \times 100$$

درجه قهوه‌ای شدن قارچ‌ها به صورت ظاهری توسط پنج نفر و در محدوده یک الی پنج نمره دهی شد. ۱= بیشترین درجه قهوه‌ای شدن (کمترین بازارپسندی)، ۵= کمترین درجه قهوه‌ای شدن (بیشترین بازارپسندی).

برای اندازه گیری نشت یونی از روش لوتوس ۲۰۰۰ استفاده شد. برای این منظور با استفاده از پانچ دستی از قسمت میانی قارچ‌ها تعداد پنج تکه یکنواخت تهیه و درون لوله‌های آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شد. پس از ٢٤ ساعت هم زدن با شیکر با سرعت ۱۳۰ دور در دقیقه هدایت الکتریکی اولیه محلول اندازه‌گیری گردید. سپس محلول در حمام بن ماری به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. پس از رسیدن دمای نمونه‌ها به دمای محیط، هدایت الکتریکی ثانویه اندازه‌گیری و درصد نشت یونی محاسبه شد [۱۳].

$$\text{درصد نشت یونی} = \frac{\text{هدایت الکتریکی اولیه}}{\text{هدایت الکتریکی ثانویه}} \times 100$$

به منظور تعیین میزان باکتری‌های موجود در سطح قارچ (واحد تشکیل کلونی باکتری CFU)، یک گرم نمونه به طور تصادفی از سطح قارچ‌ها توسط تیغ تیز برداشته شده و درون هاون چینی دارای ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل به خوبی همگن گردید. سپس یک میلی‌لیتر از این عصاره برداشته شده و با آب مقطر استریل به حجم ۱۰۰۰ رسید. یک قطره از سوسپانسیون تهیه شده درون محیط کشت نوترینت آگار (۲/۸٪) به طور همگن پخش شده و پتری‌های کشت شده به مدت ٢٤ ساعت در دمای $25^{\circ}C$ در اتاقک رشد نگهداری شدند. سپس با استفاده از دستگاه کلونی کانتر، تعداد کلونی موجود در آنها شمارش گردید.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل تیمار و زمان بود. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۲) صورت گرفته و برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها از حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD=0.05) استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- افت وزن

با گذشت زمان آزمایش افت وزن در تمامی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت. در زمان بررسی هشت روز نمونه‌های تیمار کلرید کلسیم با میانگین ۱/۵ درصد به طور معنی‌داری دارای افت وزن کمتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد تر با میانگین ۲/۰ درصد و شاهد خشک با میانگین ۲/۳ درصد بودند در حالی که سایر تیمارها تفاوت چندان قابل ملاحظه‌ای از نظر افت وزن در مقایسه با شاهدها نشان ندادند. در زمان بررسی ١٦ روز، نمونه‌های شاهد تر با میانگین ٤/٦ درصد به طور معنی‌داری دارای افت وزن بیشتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد خشک با میانگین ۳/۷ درصد بود. ولی بیشتر تیمارهای استفاده شده تفاوت چندان قابل ملاحظه‌ای با شاهد خشک از نظر درصد افت وزن نشان ندادند (شکل ۱). از دست دادن آب را عامل اصلی کاهش کیفیت در پس از برداشت به شمار می‌آید [۱۸]. علت کنترل افت وزن در قارچ‌های تیمار شده با کلرید کلسیم به حفظ سفتی و استحکام بیشتر بافت در اثر این تیمار مرتبط می‌گردد. تیمار کلسیم با تشکیل پکتات کلسیم نامحلول در دیواره سلولی و حفظ پایداری غشا سلولی موجب کنترل تبادلات آب سلولی شده و از افت وزن محصول در طول انبارداری جلوگیری می‌کند [۱۲]. اسیدهای آلی به علت داشتن خاصیت آنتی اکسیدانی بالا سرعت واکنش‌های مرتبط با پیری و اکسیداسیون لیپیدهای را کاهش داده و پایداری غشا را بالا برده و خروج آب از سلول را کنترل می‌کنند [١٦]. اثر پراکسیدهیدروژن در کنترل افت وزن قارچ خوراکی با پژوهش ساپرز و سایمون ۱۹۹۸ مطابقت دارد [۱۱].

Archive of SID

www.SID.ir

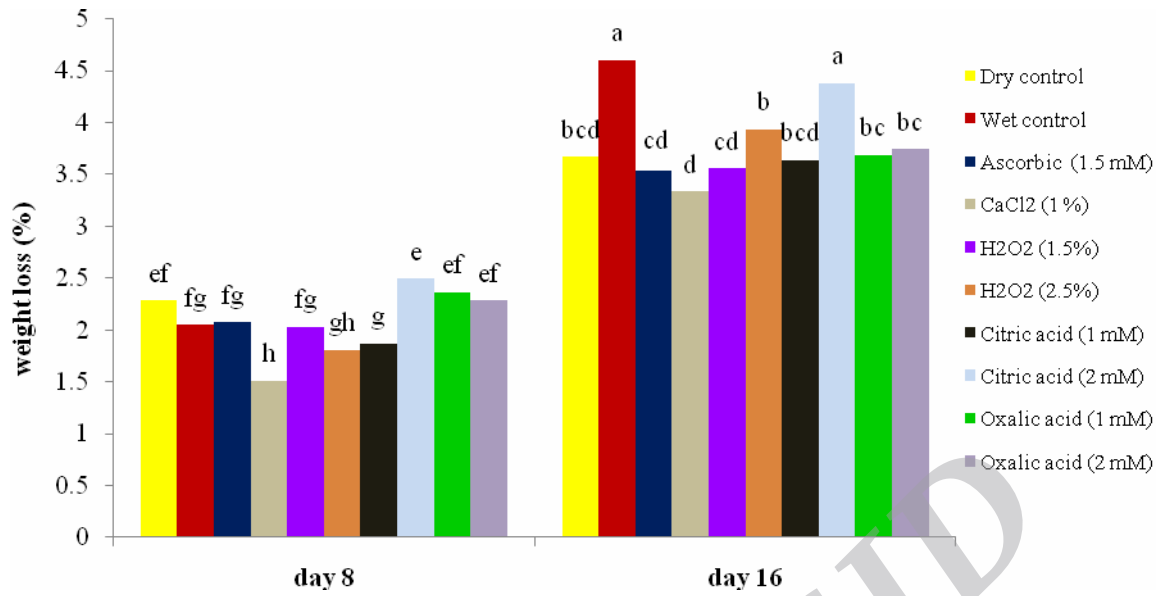

Fig 1 Effects of some postharvest treatments on the weight loss of mushroom
(Means with the same letters are not significant at 5% level of *LSD* test)

۳-۲- درجه قهوه‌ای شدن

در زمان بررسی هشت روز تمامی قارچ‌های تیمار شده، حتی قارچ‌های تیمار شده با آب در مقایسه با شاهد خشک دارای درجه قهوه‌ای شدن کمتری بودند. در این بین قارچ‌های تیمار شده با هر دو غلظت پراکسید هیدروژن با میانگین چهار و در درجه بعدی قارچ‌های تیمار شده با اسید آسکوربیک و کلرید کلسیم با میانگین ۳/۸ دارای درجه قهوه‌ای شدن کمتری بودند. در حالی که قارچ‌های تیمار شده با اسید اگزالیک و اسید سیتریک درجه قهوه‌ای شدن بیشتری در مقایسه با شاهد تر بودند. در زمان بررسی ۱۶ روز، قارچ‌های تیمار شده با آب دارای بیشترین درجه قهوه‌ای شدن در بین نمونه‌ها بودند. در این زمان بررسی نیز قارچ‌های تیمار شده با اسید آسکوربیک با میانگین ۳، کلرید کلسیم با میانگین ۲/۷ و پراکسید هیدروژن با میانگین ۲/۹ دارای درجه قهوه‌ای شدن کمتری در مقایسه با سایر تیمارها بودند. همچنین نمونه‌های تیمار شده با اسید اگزالیک و اسید سیتریک دارای درجه قهوه‌ای شدن کمتری در مقایسه با شاهد خشک و شاهد تر بودند (شکل ۲). داشتن رنگ سفید و فقدان لکه مهم‌ترین معیار در بازار پسندی محصول قارچ است [۲]. یکی از علل حفظ رنگ سفید و ممانعت از قهوه‌ای شدن در تیمارهای استفاده شده را می‌توان به کاهش جمعیت باکتری نسبت داد [٦] که در این تحقیق اثر تیمارهای در کاهش جمعیت باکتری به خوبی نشان داده شد. تیمار پراکسید هیدروژن خاصیت ضد باکتری بالاتری داشته و به طور نسبی موثرتر از سایر تیمارها رنگ مطلوب قارچ را حفظ نموده است [۵]. یون کلسیم با نفوذ در غشا واکوئل، یکپارچگی غشا را بالا برده و اجازه خروج ترکیبات فنولی از واکوئل به سیتوپلاسم را نمی‌دهد، بنابراین اتصال آنزیم PPO با سوبسترا اتفاق نمی‌افتد و در نتیجه پدیده قهوه‌ای شدن به تأخیر می‌افتد [۹]. نقش کلسیم در کنترل قهوه‌ای شدن در مطالعات دایمتریوس و پالوین روی کیوی (۲۰۰۵) نیز گزارش شده است [۱۷]. اسید آسکوربیک با جلوگیری از تولید ترکیبات تیره رنگ ملانین می‌تواند بازارپسندی را حفظ کند [٦ و ۷]. تیمارهای اسید سیتریک و اسید اگزالیک با وجود کاهش بار میکروبی در این آزمایش قهوه‌ای شدن را تحریک نمودند. مشخص شده است این تیمارها در صورت استفاده در غلظت-های بالاتر از حد تحمل به عنوان اکسیداسیون قوی عمل نموده و آسیب به غشا و قهوه‌ای شدن را تحریک می‌نمایند [۱٦]. اثر مفید اسیدهای آلی در کنترل قهوه‌ای شدن در این پژوهش با مطالعات پیزوکارو و همکاران روی سیب (۱۹۹۳) مطابقت دارد [۱۵].

Archive of SID
www.SID.ir

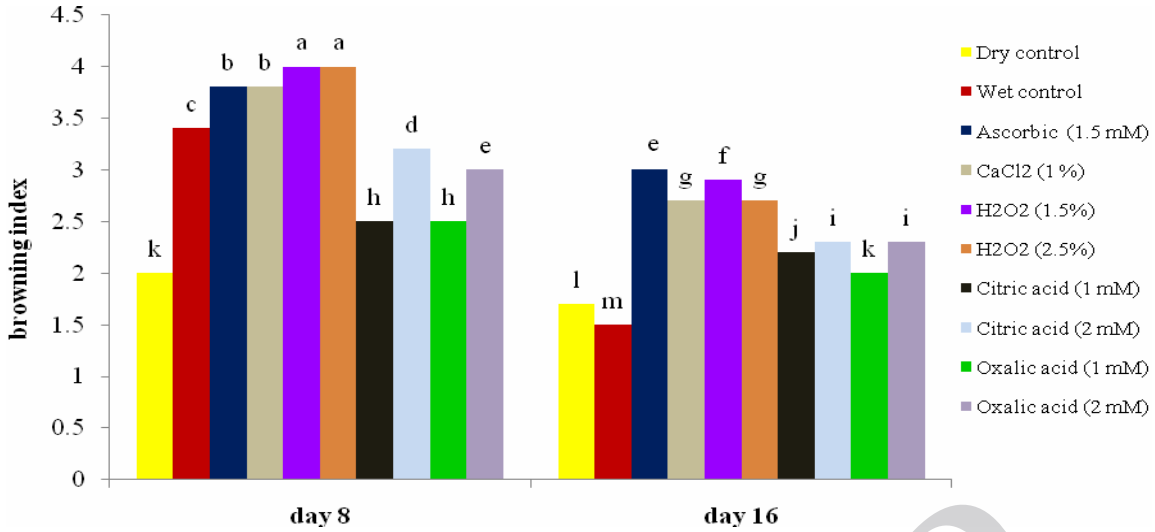

Fig 2 Effects of some postharvest treatments on the browning index of mushroom
(Means with the same letters are not significant at 5% level of *LSD* test)

۳-۳- نشت یونی

بررسی میزان نشت یونی نشان داد که در هر دو زمان بررسی ۸ و ١٦ روز الگوی نسبتا مشابهی وجود داشت. به طوری که نمونه‌های شاهدهای خشک و تر دارای بیشترین مقدار نشت یونی در بین تیمارها بودند. تیمارهای کلرید کلسیم در بررسی ۸ روزه با میانگین ٤٩٪ و در بررسی ١٦ روزه با میانگین ٥٧٪ و اسید آسکوربیک در بررسی ۸ روزه با میانگین ٥٣٪ و در بررسی ١٦ روزه با میانگین ٦٥٪ به طور موثری مقدار نشت یونی را در مقایسه با شاهدها کاهش دادند. اثر تیمارهای پراکسید هیدروژن، اسید سیتریک و اسید اگزالیک به غلظت به کار برده شده آنها بستگی داشت، به طوری که این تیمارها در غلظت‌های پایین نشت یونی کمتری داشته ولی در غلظت‌های بالا تفاوت معنی‌داری با شاهدها از نظر مقدار نشت یونی نشان ندادند (شکل ۳). واکنش‌های اکسیداسیون و پراکسیداسیون لیپیدهای غشا موجب افزایش نشت یونی می‌شود. افزایش کلسیم بافت از پراکسیداسیون لیپیدهای غشای سلولی جلوگیری نموده و با کاهش نشت یونی ماندگاری را بالا می‌برد [١٩]. اسید آسکوربیک به علت داشتن خاصیت آنتی اکسیدانی بالا سرعت واکنش‌های مرتبط با پیری را کاهش می‌دهد. اسید آسکوربیک همچنین اکسیداسیون لیپیدهای را کاهش داده و پایداری غشا را بالا می‌برد. حفظ پایداری غشا توسط اسید آسکوربیک با کاهش نشت یونی در این آزمایش مشخص می-باشد [٨]. اثر مؤثر تیمار پراکسید هیدروژن در کاهش نشت یونی در طول انبارداری،روی میوه طالبی گزارش شده است [١١].

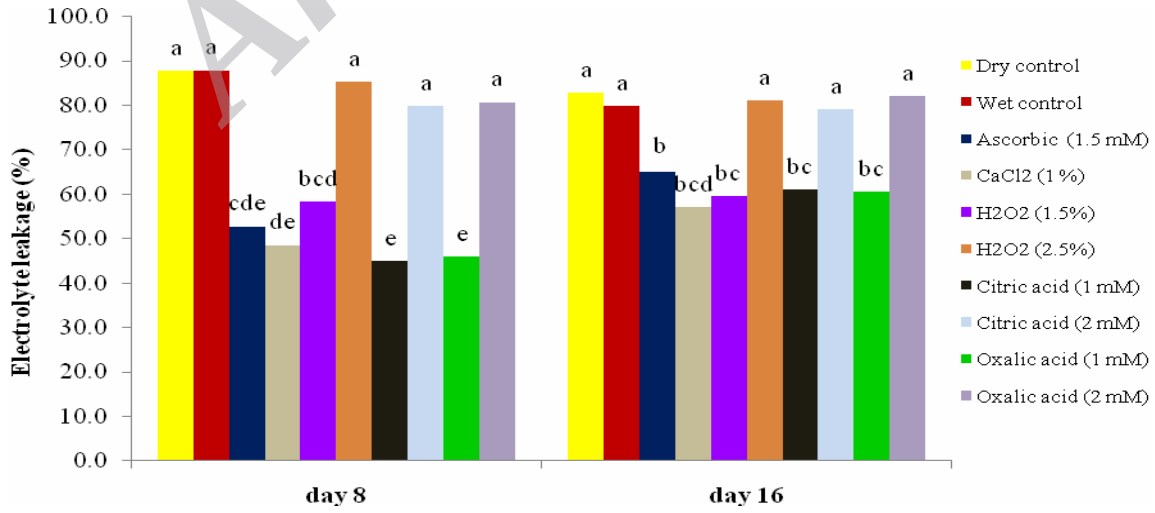

Fig 3 Effects of some postharvest treatments on the electrolyte leakage of mushroom
(Means with the same letters are not significant at 5% level of *LSD* test)

Archive of SID
www.SID.ir

۳-٤- میزان تشکیل کلونی باکتریایی CFU (colony forming unit)

نتایج نشان داد که قارچ‌های تیمار شده با آب در هر دو زمان بررسی ۸ و ۱٦ روز دارای بیشترین تعداد کلونی باکتری در بین نمونه‌ها بودند. نمونه‌های شاهد خشک نیز در هر دو زمان بررسی ۸ و ۱٦ روز دارای تعداد کلونی باکتری بیشتری در مقایسه با نمونه‌های تیمارهای اعمال شده بودند. در زمان بررسی ۸ روز نمونه‌های تیمارهای اسید سیتریک با میانگین ٦۰ کلونی دارای کلونی باکتری بیشتری از سایر تیمارها بودند در حالی که بین تیمارهای اسید آسکوربیک، اسید اگزالیک و کلرید کلسیم تفاوت چندانی از نظر تعدد کلونی باکتری در این زمان مشاهده نشد. در زمان بررسی ۱٦ روز نمونه‌های تیمار اسید آسکوربیک با میانگین ۱۷٦ کلونی در مقایسه با سایر تیمارها کلونی بیشتری تشکیل داده در حالی که نمونه‌های تیمار پراکسید هیدروژن یک درصد با میانگین ۲٤ کلونی دارای کلونی کمتری در مقایسه با سایر تیمارها بودند (شکل ٤). تیمارهای اسید سیتریک و اسید اگزالیک در صورت استفاده در غلظت‌های بالاتر از حد تحمل به عنوان اکسیداسیون قوی عمل نموده و آسیب به غشا و قهوه‌ای شدن را تحریک می‌نمایند [۱٦]. اسیدهای آلی با کاهش pH سلول مانع فعالیت و تکثیر باکتری می‌شوند که این به نوع محصول، غلظت و زمان تیمار بستگی دارد [۷]. اختر و همکاران نشان دادند که تیمار یک درصد کلرید کلسیم در میوه توت فرنگی موجب افزایش مقاومت به بیماری شد [۲۰]. نریا و همکاران (۲۰۰۵) نیز اثر پراکسید هیدروژن در کاهش آلودگی میکروبی قارچ برش خورده را گزارش نمودند [۵].

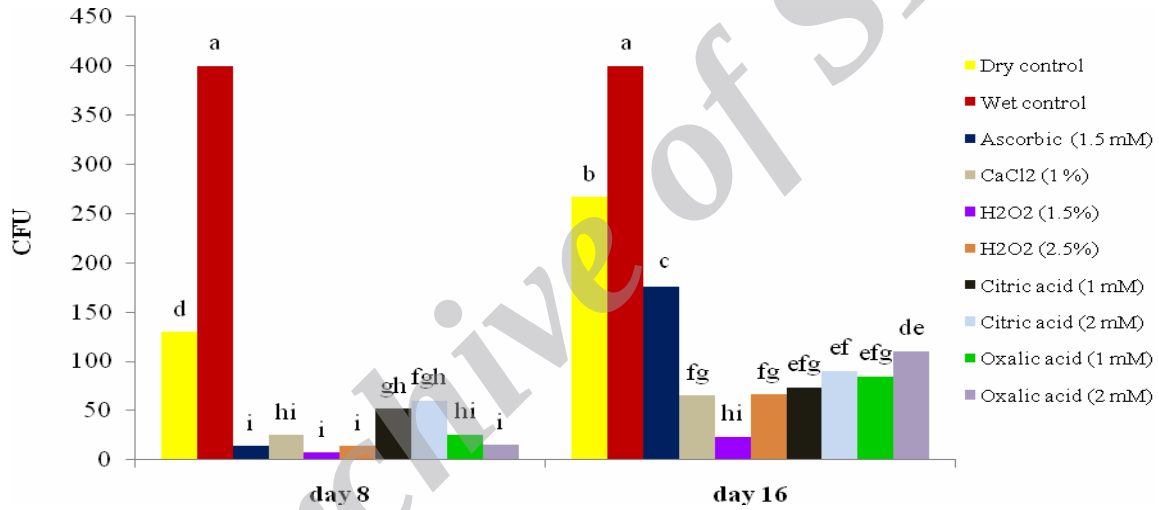

Fig 4 Effects of some postharvest treatments on the CFU of mushroom
(Means with the same letters are not significant at 5% level of *LSD* test)

٤- نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد که شستشوی قارچ خوراکی قبل از انبار با محلول‌های پراکسید هیدروژن، کلرید کلسیم و اسید آسکوربیک منجر به حفظ بهتر رنگ مطلوب قارچ در شرایط پس از برداشت شد. در حالی که تیمارهای اسید اگزالیک و اسید سیتریک اثر چندان قابل ملاحظه‌ای از این نظر نشان ندادند. بر اساس نتایج این پژوهش به طور کلی شستشو در مقایسه با عدم شستشو کیفیت قارچ خوراکی تکمه‌ای در پس از برداشت را بهتر حفظ می‌نماید. منتهی در صورتی که این شستشو توسط محلول‌های رقیق کلرید کلسیم، اسید آسکوربیک و یا پراکسید هیدروژن صورت گیرد موثرتر خواهد بود.

۵- سپاسگزاری

قارچ استفاده شده در این پژوهش از شرکت پرورش قارچ ملارد کرج و مساعدت خانم مهندس نوربخش فراهم شده است که نویسندگان کمال تشکر و قدردانی را از ایشان دارند.

Archive of SID
www.SID.ir

۵- منابع

[1] Soler-Rivas, C., Jolivet, S., Arpin, N., Olivier, J.M., Wichers, H.J., 1999, Biochemical and physiological aspects of brown blotch disease of *Agaricus bisporus*. Federation of European Microbiological Societies, 23: 591-614.

[2] Brennan, M., Le Port, G., Gormley, R., 2000, Post-harvest treatment with citric acid or hydrogen peroxide to extend the shelf life of fresh sliced mushrooms. LWT - Food Science and Technology, 33: 285–289.

[3] Berendse, H., 1984, Attitudes to mushrooms revealed in bureaux survey. Supplement to the Fruit Trades Journal.

[4] Yamaguchi, M., Hwang, P.M., Campbell, J.D., 1970, Latent o-diphenol oxidase in mushrooms (*Agaricus bisporus*). Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 48: 198-202.

[5] Nerya, O., Ben-Arie, R., Luzzatto, T., Musa, R., Khativ, S., Vaya, J., 2005, Prevention of *Agaricus bisporus* postharvest browning with tyrosinase inhibitors. Postharvest Biology and Technology, 39: 272-277.

[6] Simon, A., González-Fandos, E., Vózquez, M., 2010, Effect of washing with citric acid and packaging in modified atmosphere on the sensory and microbiological quality of sliced mushrooms (*Agaricus bisporus*), Food Control, 21: 851-856.

[7] Suttirak, W., Manurakchinakorn, S., 2010, Potential application of ascorbic acid, citric acid and oxalic acid for browning inhibition in fresh-cut fruits and vegetables. Walailak Journal of Science and Technology, 7: 5-14.

[8] Liu, W., Zou, L., Liu, J., Zhang, Z., Liu, Ch., Liang, R., 2013, The effect of citric acid on the activity thermodynamics and conformation of mushroom polyphenoloxidase. Food Chemistry, 140: 289-295.

[9] Kukur, J.L., Beelman, A.R.B., Peiffer, M., Walsh, R., 1998, Calcium chloride added to irrigation water of mushrooms (*Agaricus bisporus*) reduces postharvest browning. Journal of Food Science, 63: 454-457.

[10] Forney, C.F., Rij, R.E., Dennis, R., Smilanick, J.L., 1991, Vapour phase hydrogen peroxide inhibits postharvest decay of table grapes. HortScience, 26: 1512-1514.

[11] Sapers, G.M., Miller, R.L., and Choi, S.W., 1995, Mushroom discoloration: new process for improving shelf life and appearance. Mushroom News, 43: 7-13.

[12] Jafri, M., Jha, A., Bunkar, D.S., Chandra, R., 2012, Quality retention of oyster mushrooms (*Pleurotus florida*) by a combination of chemical treatments and modified atmosphere packaging. Postharvest Biology and Technology, 76: 112-118.

[13] Lutts, S., Kinet, J.M., Bouharmont, J., 1996, NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Journal of Annals and Botany, 78: 389-398.

[14] Jiang, Y., Pen, L., Li, J., 2004, Use of citric acid for shelf life and quality maintenance of fresh-cut Chinese water chestnut. Journal of Food Engineering, 63: 325-328.

[15] Pizzocaro, F., Torreggiani, D., Gilardi, G., 1993, Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. Journal of Food Processing and Preservation, 17: 21-30.

[16] Zheng, X., Tian, S., Meng, X., Li, B., 2007, Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature. Food Chemistry, 104: 156–162.

[17] Dimitrios, G., Pavlina, D.D., 2005, Summer-pruning and preharvest calcium chloride sprays affect storability and low temperature breakdown incidence in kiwifruit. Postharvest Biology and Technology, 36: 303-308.

[18] Van Hung, D., Tong, S., Tanaka, F., Yasunaga, E., Hamanaka, D., Hiruma, N., Uchino, T., 2011, Controlling the weight loss of fresh produce during postharvest storage under a nano-size mist environment. Journal of Food Engineering, 106, 325-330.

[19] Wanga, Y., Xie, X., Long L.E., 2014, The effect of postharvest calcium application in hydro-cooling water on tissue calcium content, biochemical changes and quality attributes of sweet cherry fruit. Food Chemistry, 160: 22-30.

[20] Akhtar, A., Abbasi, N.A., Hussain, A., 2010, Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage. Pakistan Journal of Botany, 42: 181-188.

Archive of SID

www.SID.ir

Assessment the effects of some postharvest treatments on increasing storability of bottom mushroom

Sarlak, F. [1], Khademi, O. [2*], Erfani Moghadam, J. [3]

1. M.S. Student of Department of Horticulture, Ilam University
2. Scientific Member of Department of Horticulture, Shahed University
3. Scientific Member of Department of Horticulture, Ilam University

(**Received: 2014/08/01 Accepted: 2015/02/05**)

The postharvest life of bottom mushroom is limited due to bacterial attack and enzymatic browning. This study was carried out in order to increasing the storability of mushroom, by antibacterial and anti-browning components. For that, the mushrooms were treated by oxalic and citric acids at concentration of 1.5 and 2.5 mM, hydrogen peroxide at concentration of 1 and 2.5%, ascorbic acid at concentration of 1.5 mM and calcium chloride at concentration of 1% as dipping for 2 min, and then treated mushrooms were packed in cellophane and stored at 4°C. Weight loss, marketability, electro leakage (EL) and bacterial colony forming unit (CFU) were measured after 8 and 16 days. According to the results, calcium chloride, ascorbic acid and hydrogen peroxide controlled browning as compared to control. However, oxalic and citric acids, despite reducing microbial load, did not show any positive effects. Calcium chloride by reducing weight loss, reducing EL and reducing bacterial load, ascorbic acid by reducing EL and reducing bacterial load and peroxide hydrogen by reducing bacterial load tended to increase postharvest life of bottom mushroom.

Key words: Bacteria, Bottom mushroom, Browning index, Storability, Weight loss

Archive of SID

* Corresponding Author E-Mail Address: o.khademi@shahed.ac.ir

www.SID.ir