تولید ذرات نانویی قارچ کش توسط دستگاه مه پاش در محیط سردخانه و بررسی خواص مکانیکی میوه پرتقال

ابراهیم تقی نژاد کفشگری[۱]، محمد هادی خوش تقاضا[۲]، سید جعفر هاشمی[۳] و آزاد عمرانی[٤]
۳،۲،۱ و٤- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، دانشیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، استادیار گروه مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و محقق شرکت زیست پژوهان خاورمیانه- پارک علم و فناوری دانشگاه تهران
e.taghinezhad@gmail.com

چکیده

در این تحقیق ترکیب اورتوفنیل فنال توسط دستگاه الکتروفاگر به ذراتی در حد نانو تبدیل شده و در محیط انبار پرتقال تامپسون پخش شد. آزمایشات بر روی دو نمونه پوشش دار و بدون پوشش صورت گرفت. پس از پوشش ذرات بر سطوح میوه و انبارداری آن در دمای ٦ ^{o}C و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰٪ سردخانه و سه ماه دوره انبارمانی، خواص مکانیکی آن شامل آزمون برش میوه، فشار و پانچ مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان می دهد که اثر پوشش از ذرات نانویی فاگر در سطح احتمال ۵٪ فقط بر نیروی تسلیم حاصل از آزمون فشار و همچنین دوره های مختلف انبارمانی بر نیروی تسلیم و پانچ معنی دار بوده است. مقدار نیروی تسلیم در نمونه پوشش دار و بدون پوشش به ترتیب از ۱۸۵/۱۵ به ۱٦۰/۷۳ نیوتن و ۱۸۵/۱۵ به ۱۳٤/۹٦ نیوتن کاهش یافته است. بنابراین در استفاده از پوشش فاگر سفتی میوه نسبت به نمونه شاهد، بهتر حفظ شده است.

واژه های کلیدی: مرکبات، پوشش، دوره انبارمانی، الکتروفاگر، اورتوفنیل فنال

مقدمه

فاگینگ[۱] (تولید ذرات ضد قارچی یا مه پاشی) یک تکنیک جدید قارچ کشی و انبارداری میوه ها و سبزیجات است. استفاده از این روش در تیماردهی با ظرفیت بالا (۱۵۰ تا ۳۰۰ تن در ساعت)، همگنی بالای پوشش دهی و تاثیر بسیار زیاد در قارچ کشی را دارا می باشد(Bompeix, 1995).از دستگاه الکتروفاگر برای ضدعفونی کردن سیب ذخیره شده در جعبه های تخته دار استفاده شد، که در آن توزیع و تاثیر ذرات(مه) تولید شده از قارچ کش

[1]:Fogging

تیابندازول[1] مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه گرفتند که نشست ذرات در قسمت بالایی میوه بیشتر از قسمت پایینی آن است و همچنین نشست برای کل میوه در جعبه یکنواخت می باشد. از نظر تاثیر، تیمار مه فاگر بیشترین تاثیر را نسبت به تیمارهای دیگر که به روش غوطه وری از قارچ کشی استفاده می کنند، دارا می باشد (Bertolini, *et al.*, 1994).

سال‌های بسیار زیادی است که در فرانسه از دستگاه الکتروفاگر[2] برای تمیز و گندزدایی کردن محیط کتابخانه استفاده می شود. در بررسی صورت گرفته با تولید ذرات از قارچ کش تیابندازول در محیط کتابخانه به این نتیجه رسیدند که استفاده از قارچ کش با دز خیلی پایین صورت می گیرد. بنابراین از نظر بهداشتی هیچ اثر سوئی نخواهد داشت و تاثیر آن بر تخمک قارچ مضاعف بوده است(Rakotonirainy , *et al.*, 1999).

وقتی آلودگی قارچی در انبار پرتقال اتفاق می افتد برای ضدعفونی کردن، میوه ها را به همراه جعبه بیرون آورده و آن را در محلول قارچ کش به روش غوطه وری ضدعفونی کرده و پس از خشک شدن میوه ها، آن ها را مجدداً به انبار بر می گردانند. از سه قارچ کش که توسط FDA[3] تصویب شده، استفاده می شود که عبارتند از: Imazalil، SOPP[4] و TBZ[5]است و برای سالهای متمادی از آن استفاده می کنند. اما در استفاده از این روش دو مشکل وجود دارد: اول هزینه دار بودن این روش و دوم عدم امکان ضدعفونی کردن انبار میوه با استفاده از این روش می باشد. در استفاده از دستگاه الکتروفاگر نیاز به جابجایی جعبه پرتقال از انبار به بیرون نمی باشد بلکه ذرات تولید شده در حد نانو از ترکیبات مجاز توسط دستگاه و پخش آن در محیط انبار کاملاً عایق بندی شده می تواند در درون جعبه های حاوی میوه نفوذ کرده و از فعالیت ضد قارچی جلوگیری کند(Anonymous, 2009). در این تحقیق تاثیر ذرات تولید شده از ترکیب اورتوفنیل فنال(OPP[6]) بر خواص مکانیکی پرتقال بررسی می گردد تا مشخص گردد که آیا استفاده از پوشش جدید فاگر تاثیر مثبتی بر خواص مکانیکی پرتقال داشته است.

مواد و روش ها

تهیه نمونه پرتقال و انبارداری آن: میوه پرتقال از رقم تامسون ناول، به تعداد ۹۶ عدد از باغ مرکز تحقیقات مرکبات کشور واقع در رامسر به طور تصادفی برداشت گردید. پس از برداشت، میوه ها در جعبه های پلاستیکی لانه زنبوری شکل یک ردیفه به ابعاد ۳۵×۲۵ سانتیمتر مربع و سردخانه با دمای ٦ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی۸۵ تا۹۰ درصد قرار می گیرد و جعبه ها به اتیکت مجهز می گردد.

به مدت ۱۲ ساعت قبل از انبار نمونه ها در سردخانه سیستم رطوبت ساز و سرمایشی خاموش می شود و تا زمان خشک شدن سطح میوه از رطوبت، تیماردهی (مه پاشی) صورت نمی گیرد زیرا مقداری رطوبت جزئی بر میوه در حین تیماردهی، موجب القا سمیت می شود(خلیلی، ۱۳۸۸). بعد از قرار دادن میوه در سردخانه، محل ورودی آن توسط پلاستیک و چسب کاملاً عایق بندی می گردد.

---

[2]:Thiabendazole (TBZ)
[3] :Electrofogger
[3] : *Food and Drug Administration* ،http://www.fda.gov/
[4] :Sodium o- phenylphenate
[5]: Thiabendazole
[6] : Ortho Phenyl Phenol

قارچ کش اورتوفنیل فنال (محلولی با رنگ سفید- زرد) در مقابل بسیاری از قارچ ها از جمله Penicillium در مرکبات استفاده می شود که محافظ خوبی در مقابل مهمترین عامل افت کیفیت مرکبات مـی باشـد. فرمولاسـیون این قارچ کش حاوی ۱۵.۵٪ اورتوفنیل فنول*(OPP)* می باشد. این ترکیب به صورت کریستال های سـفید رنـگ و غیر محلول در آب و محلول در بسیاری از حلال های آلی با درجه سمیت خیلی کم می باشد. مقدار مصـرف آن ۸۰ تا ۱۲۰ گرم در هر تن میوه است. در مواردی که فضای اتاق کاملاً پر نیست دز مصرفی بایـد بـه میـزان ۲۰٪ مقـدار فضای خالی افزایش داده شود. از ترکیب مورد نظر برای تولید ذرات نانو توسـط دسـتگاه الکتروفـاگر اسـتفاده مـی کنند(Anonymous, 2005).

دستگاه مه پاش: جهت مه پاشی از دستگاه الکتروفاگر استفاده شد. ذرات تولید شـده توسـط ایـن دسـتگاه، پوششی را بر سطح میوه ایجاد می کند که در این تحقیق از آن به عنوان پوشش فاگر یـاد شـده اسـت. ایـن دسـتگاه ساخت شرکت Xeda فرانسه است که از اجزای زیر تشکیل شده است: یک هواکش بـا فشـار بـالا($٤٥ \pm ٦٠ m^3/h$، $٠.٥ \pm ٠.٦٦ kW$)، المنت گرمسـازی (۱۰ kW یـا ۷/۵)، یـک لولـه بخـار بـا پمـپ جابجـایی مثبـت بـرای تزریـق ترکیب(۵۰ L/h تا ۳)، یک ترمومتر دیجیتال جهت نمایش درجه حـرارت مـه در خروجـی لولـه بخـار(۱۶۰ درجـه سلسیوس)، یک پتانسیومتر برای کنترل سرعت گردش پمپ و ایمنی سیستم در صورت بالا رفتن درجـه حـرارت از حد مجاز را دارا می باشد (Rakotonirainy, *et al.*, 1999).

دستگاه بخار ساز مطابق شکل۱ در بیرون از محیط سردخانه نصب می شود لوله آن جهت تولید ذرات نانو از پلاستیکی که در محل ورودی سردخانه نصب شده، وارد سردخانه شده و فاصله بین پلاستیک و لوله با چسب عایق بندی می گردد. این دستگاه ترکیب XEDOL AEROSOL(*OPP*) را در طول یک دوره خیلی کوتاه در معرض جریان سریع هوا ۱۷۰ تا ۱۷۵ درجه سلسیوس حرارت داده و مطابق شکل۲ آن را به صورت بخاری متشکل از ذرات بسیار ریز(در حد نانومتر) در سطح انبار میوه پخش می کند که سطح همه میوه ها را در اتاق به طور یکسان و مستقل از موقعیت آن می پوشاند. در مدت حدود پنج دقیقه، ذرات نانو تولیدی توسط دستگاه، کل محیط انبار(به ظرفیت ۳ تنی) را پر کرده، طوری که جعبه های میوه در انبار که قبلاً از بیرون انبار(از طریق پلاستیکی که در محل ورودی انبار نصب شده است) قابل مشاهد بود بعد از تیمار دهی اصلاً دیده نمی شود. تا ۱۲ ساعت بعد از تیمار دهی، ارتباط محیط انبار با هوای بیرون قطع می باشد که بعد از آن مدت می توان دستگاه های رطوبت ساز و سرمایشی را روشن کرد. تا پایان دوره انبارمانی نیاز به مه پاشی مجدد نمی باشد. کل مدت انبارمانی، سه ماه است که آزمون های مکانیکی در زمان های صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز صورت می گیرد.

شکل۱: دستگاه الکتروفاگر(مه پاش) در حالت نصب برای مه پاشی از بیرون سردخانه

شکل۲: تولید ذراتی در حد نانو از قارچ کش اورتوفنیل فنال توسط دستگاه الکتروفاگر

اندازه گیری خواص مکانیکی: اندازه گیری خواص مکانیکی نمونه ها در طی سه ماه انبارداری از ابتدای آزمایش و در فاصله زمانی ۳۰ روزه در ٤ تکرار بر روی دو نمونه های (بدون پوشش(شاهد) و با پوشش(فاگر)) توسط ماشین آزمون مواد مدل H50K-S ساخت شرکت هانسفیلد انگلستان صورت گرفت.

الف) آزمون برش میوه(Fruit Cutting Test)

این آزمون توسط صفحه ای با لبه چاقویی متصل به دستگاه ماشین آزمون مواد صورت می گیرد. سرعت حرکت آن ٦۰ mm/min بود. برای بدست آوردن حداکثر نیروی لازم برای برش میوه، صفحه ی تیغه ای، حداکثر ۳۵ میلیمتر از میوه را باید برش دهد (Singh, *et al.*, 2006 and Churchill, *et al.*, 1980).. در شکل۳ نمودار نیرو- جابجایی حاصل از آزمون برش میوه نشان داده شده که در جابجایی حدود ٦ mm برش پوست میوه و در جابجایی حدود ۱۰mm برش میوه پرتقال اتفاق می افتد. حداکثر نیروی برش میوه(F_{rs}) در شکل۳ نشان داده شده است.

شکل ۳: نمودار نیرو- جابجایی در آزمون برش میوه

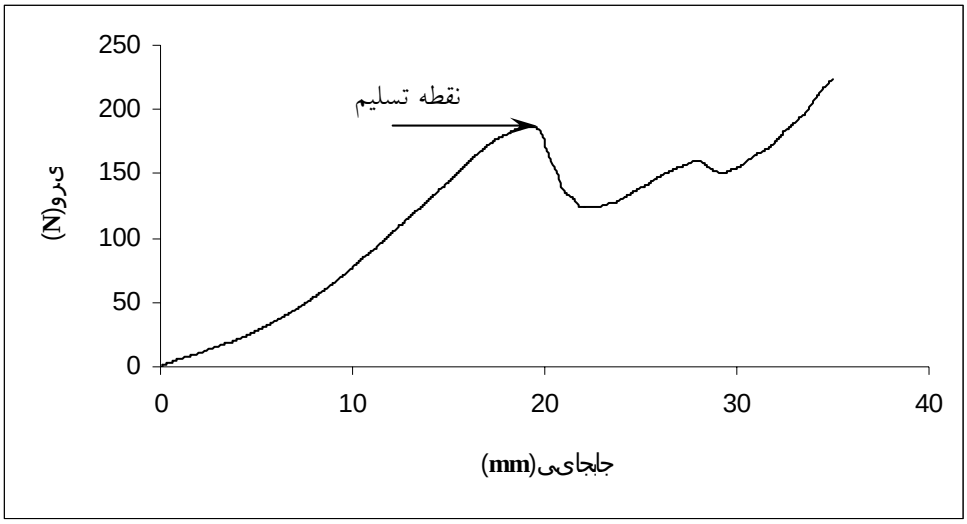
ب) آزمون فشار میوه(Fruit Compression Test)

میوه پرتقال بین دو صفحه فولادی، که یکی از آنها ثابت و دیگری متغیر است، قرار می گیرد. صفحه فولادی متغیر، توسط دستگاه ماشین آزمون مواد با سرعت ٦۰ mm/min به سمت صفحه ثابت با جابجایی۳۵ mm حرکت می کند (Singh, *et al.*, 2006 and Churchill, *et al.*, 1980).. قابل توجه است که محور عبوری از ساقه میوه، عمود بر جهت حرکت صفحه فشاردهنده می باشد (Churchill, et al., 1980). نمودار نیرو- جابجایی به همراه نیروی تسلیم در شکل٤نشان داده است.

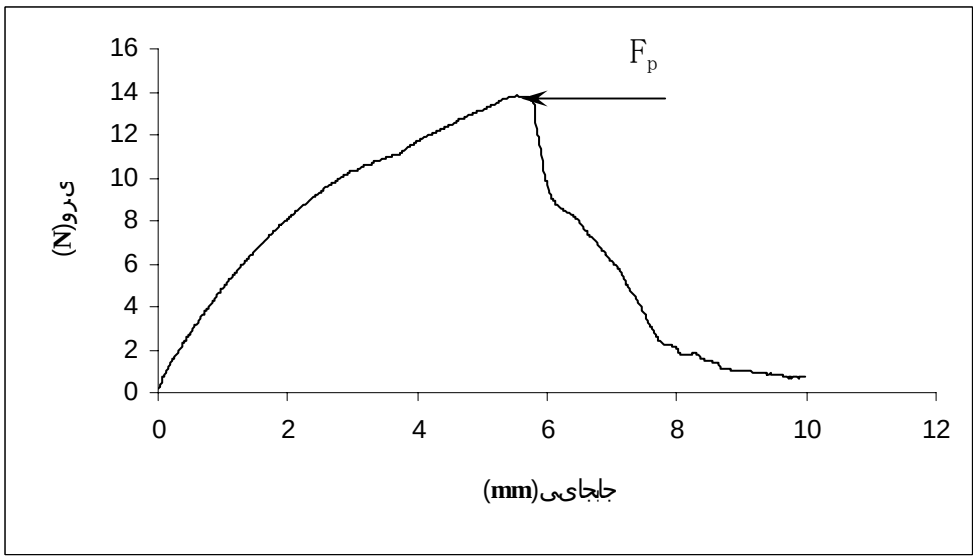
ج) آزمون پانچ (Puncture Test)

این آزمون توسط میله فولادی به قطر۴/۸ mm که به دستگاه ماشین آزمون مواد وصل است صورت می گیرد. سرعت حرکت میله، ٦۰ mm/min و میزان نفوذ پانچ در میوه۱۰ mm می باشد (Singh and Reddy,

(2006. در شکل ۵ نمودار نیرو- جابجایی در آزمون پانچ میوه نشان داده شده که نیروی F بیانگر حداکثر نیروی لازم جهت سوراخ کردن میوه می باشد.



شکل٤: نمودار نیرو- جابجایی در آزمون فشار میوه



شکل ۵: نمودار نیرو- جابجایی در آزمون پانچ میوه

روش تجزیه و تحلیل داده ها

طرح در یک آزمایش فاکتوریل(دو فاکتوره ٤×٢) با ٤ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۸ تیمار انجام گرفت که برای هر تیمار ۱۲ عدد میوه در نظر گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل از نرم افزار SPSS استفاده گردید.

نتایج و بحث

آزمون برش میوه: در جدول۱ نیرو ماکزیمم برای برش میوه توسط تیغه برش نشان داده شده است. این آزمون بر روی ٤ میوه برای هر پوشش در هر دوره انبارمانی صورت گرفته که میانگین آن ها در جدول۱ موجود

است. با تحلیل آماری صورت گرفته مشخص شد که نوع پوشش در سطح احتمال ۵٪ بر نیروی برش تاثیر معنی داری نداشته است و مقدار نیروی برش برای نمونه پوشش دار به طور پیوسته در هر دوره بیشتر از نمونه بدون پوشش می باشد که با نتایج گزارش شده توسط Singh and Reddy (2006) که بر روی ماندارین(نوعی از مرکبات) در دو شرایط دمایی مختلف انجام داده بود سازگار می باشد Singh و Reddy نتیجه گرفتند که در شرایط دمایی کمتر به نیروی برش بیشتری از شرایط دمایی بیشتر نیاز می باشد به عبارت دیگر هر چه میوه تازه گی خود را بیشتر حفظ کند نیروی برش بیشتری خواهد داشت. دوره های مختلف انبارمانی در سطح ۵٪ بر مقدار نیروی برش معنی دار نیست و با گذشت دوره ی انبارمانی، مقادیر میانگین نیرو برش برای هر دو نمونه روبه افزایش می باشد.

جدول۱: مقادیر نیرو و انرژی ماکزیمم در آزمون برش میوه در طی دوره انبارمانی

دوره انبارمانی	نمونه شاهد(بدون پوشش)	پوشش فاگر
۱۹ دي	۲۵/۰۲ ^{a} (۵/۷۸)	۲۵/۰۲ ^{a} (۵/۷۸)
۱۹ بهمن	۲۵/۵۸ ^{a} (۴/۰۹)	۲۹/۳۰ ^{a} (۲/۸۷)
۱۹ اسفند	۲۸/۵۶ ^{a} (۴/۷۰)	۲۹/۷۷ ^{a} (۳/۴۰)
۱۹ فروردین	۲۹/۳۰ ^{a} (۴/۰۲)	۳۱/۴۹ ^{a} (۲/۶۷)

❖ اعداد موجود در پرانتز برای کلیه جداول بیان گر مقدار انحراف معیار است.

آزمون فشار میوه: در شکل ٦ نمودار نیروی تسلیم بر حسب دوره های مختلف انبارمانی در دو شرایط پوشش و بدون پوشش تحت آزمون فشار نشان داده شده است. معادله خطی که از نقاط مختلف نیرو می گذرد به صورت زیر است:

با پوشش فاگر:

$$F_y = -0.00009t^3 + 0.0104t^2 - 0.4828t + 185.15 \qquad (R^2 = 1) \qquad (۱)$$

نمونه شاهد(بدون پوشش):

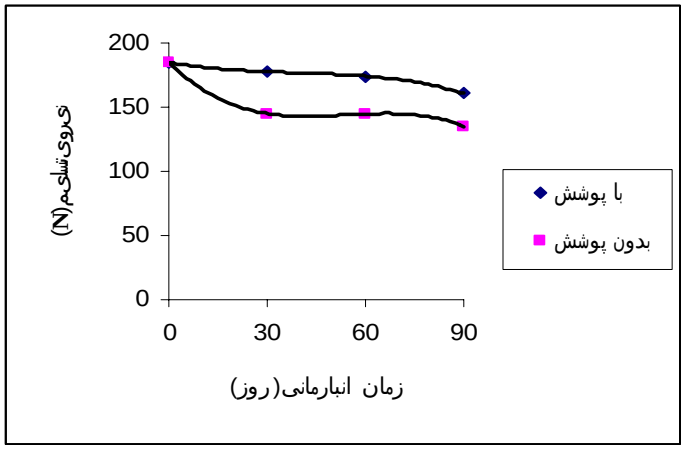
$$F_y = -0.0003t^3 + 0.0497t - 2.5542t + 185.15 \qquad (R^2 = 1) \qquad (۲)$$

F_y نیروی تسلیم میوه بر حسب نیوتن و t دوره های مختلف انبارمانی بر حسب روز می باشد. نقطه تسلیم در شکل۳ قابل مشاهده است که مقدار نیروی لازم برای رسیدن به نقطه تسلیم را نیروی سفتی گویند(Fidelibus, *et al.*, 2002).

طبق معادله (۱) و (۲) مقدار استحکام میوه پرتقال با گذشت زمان کاهش می یابد که این معادله با نتایج گزارش شده Olmo, *et al.*(2000) که بر روی پرتقال والنسیا صورت گرفته، سازگار می باشد.

مقایسه میانگین نیروی تسلیم در آزمون فشار میوه، با استفاده از آزمون دانکن در جدول۲ نشان داده شده است. طبق جدول۳ و معادلات(۱) و (۲) با گذشت زمان انبارمانی از استحکام میوه کاسته می شود که این کاهش فقط در نمونه شاهد، دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ نسبت به زمان شروع آزمایش است. تجزیه واریانس داده های حاصل از نیروی تسلیم در جدول۳ نشان داده شده که طبق این جدول در سطح احتمال ۵٪ تاثیر پوشش و دوره های مختلف انبارمانی معنی دار می باشد. مقدار نیروی تسلیم با استفاده از پوشش فاگر از ۱۸۵/۱۵ به

۱۶۰/۷۳ و در نمونه شاهد از ۱۸۵/۱۵ به ۱۳٤/۹٦ کاهش یافته است. که مقادیر نیرو با استفاده از پوشش در تمام دوه های مختلف انبارمانی بیشتر از مقادیر نیرو در نمونه شاهد می باشد و در نتیجه با استفاده از پوشش سفتی میوه کمتر کاهش می یابد.



شکل ٦: نمودار نیروی تسلیم بر حسب دوره های مختلف انبارمانی از آزمون فشار پرتقال

جدول۲: مقایسه میانگین حداکثر نیروی لازم در آزمون فشار میوه با سرعت ٦۰ mm/min با استفاده از آزمون دانکن

دوره انبارمانی	نمونه شاهد(بدون پوشش)	پوشش فاگر
۱۹ دی	۱۸۵/۱۵ ^{a} (۱۱/۸۰)	۱۸۵/۱۵ ^{a} (۱۱/۸۰)
۱۹ بهمن	۱۴۴/۹۹ ^{b} (۱۰/۹۵)	۱۷۷/۶۰ ^{a} (۲۲/۹۸)
۱۹ اسفند	۱۴۴/۷۶ ^{b} (۲۴/۵۵)	۱۷۴/۲۸ ^{a} (۹/۴۸)
۱۹ فروردین	۱۳۴/۹۶ ^{b} (۲۲/۲۶)	۱۶۰/۷۳ ^{a} (۱۳/۷۷)

جدول۳: تجزیه واریانس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی مربوط به نیروی تسلیم از آزمون فشار پرتقال

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
پوشش	۱	۳۸٦۲/۷۷	۳۸٦۲/۷۷	۱۳/٤۱ *
دوره انبارمانی	۳	۵۸۷۵/۳۸	۱۹۵۸/٤٦	٦/۸۰ *
دوره انبارمانی ×پوشش	۳	۱۳۳٤/۷۳	٤٤٤/۹۱	۱/۵٤ ns
اشتباه	۲٤	٦۹۱۵/٦٦	۲۸۸/۱۵	

*: در سطح ۵ درصد معنی دار است.

ns : معنی دار نیست.

آزمون پانچ میوه: جدول٤ مقایسه میانگین حداکثر نیروی پانچ میوه پرتقال را توسط آزمون دانکن در شرایط مختلف نشان می دهد. این آزمون بر روی ٤ میوه و به تعداد ۱۲ بار برای هر پوشش در هر دوره انبارمانی صورت گرفته است. با تحلیل آماری صورت گرفته در سطح احتمال ۵٪ مشخص می شود که طبق جدول ۵ تاثیر پوشش بر

نیروی پانچ، معنی دار نبوده است. طبق جدول ۵ تاثیر دوره های مختلف انبارمانی بر نیروی پانچ در سطح ۵٪ اثر معنی داری داشته است که این اثر فقط در دوره ۱۹اسفند برای نمونه بدون پوشش با پوشش دار متفاوت است که در بقیه دوره ها تاثیر هر دو نمونه یکسان می باشد. با توجه به اینکه برای پانچ میوه پرتقال از روی پوست آن صورت می گیرد و هر چه پوست حالت الاستیکی بیشتری داشته باشد(شل تر باشد) نیروی بیشتری برای سوراخ کردن آن نیاز است. نیروی پانچ نمونه بدون پوشش در دوره ۱۹ اسفند به صورت معنی داری نسبت به دوره های انبارمانی قبل افزایش می یابد که نشان دهنده این است که در این دوره میوه ی نمونه شاهد نسبت به دوره های قبل شل تر شده است زیرا در استفاده از پوشش فاگر، مقاومت میوه به بیماری های قارچی زیاد شده در نتیجه سوخت و ساز کمتری اتفاق می افتد.

جدول٤: مقایسه میانگین حداکثر نیروی پانچ میوه پرتقال با پوشش فاگر و شاهد توسط آزمون دانکن

دوره انبارمانی	نمونه شاهد(بدون پوشش)	پوشش فاگر
۱۹ دی	۱۱/۲۲ ^{a} (۱/۴۸)	۱۱/۲۲ ^{a} (۱/۴۸)
۱۹ بهمن	۱۳/۰۱ ^{a} (۲/۳۷)	۱۲/۹۶ ^{ab} (۳/۲۱)
۱۹ اسفند	۱۵ /۵۴ ^{b} (۰./۷)	۱۳/۴۶ ^{ab} (۱/۰۹)
۱۹ فروردین	۱۶/۱۴ ^{b} (۱/۴۰)	۱۵/۴۶ ^{b} (۱/۵۸)

جدول۵: تجزیه واریانس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی مربوط به نیروی پانچ از آزمون پانچ پرتقال

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
پوشش	۱	٤/۰۱	٤/۰۱	۱/۲۱ ^{ns}
دوره انبارمانی	۳	۹۳/۵۳	۳۱/۱۸	۹/٤٥ *
دوره انبارمانی ×پوشش	۳	٥/٦٦	۱/۸۹	۰/۵۷۲ ^{ns}
اشتباه	۲٤	۷۹/۲۳	۳/۳۱	

نتیجه گیری نهایی

با استفاده از پوشش حاصل از ذرات تولیدی در حد نانو از ترکیبات مجاز قارچ کش توسط دستگاه الکتروفاگر، مقاومت میوه به بیماری های قارچی بیشتر شده و در نتیجه خواص مکانیکی درونی و بیرونی میوه بیشتر حفظ شده است زیرا با استفاده از این پوشش نیروی پانچ میوه دارای مقدار کمتر و نیروی فشار و برش میوه، دارای مقدار بیشتری می باشد. هر چه نیروی پانچ کمتر و نیروی فشار یا برش میوه بیشتر باشد به ترتیب طراوت پوست و استحکام میوه بیشتر خواهد بود. بنابراین با استفاده از پوشش فاگر، میوه پرتقال، دارای بافت درونی میوه محکم‌تر طراوت پوست بیشتری نسبت به نمونه شاهد (بدون مه پاشی) خواهد بود.

منابع و مآخذ

۱. خلیلی.ف.،(۱۳۸۸). محلول های مورد استفاده در تیمارهای گازی با استفاده از دستگاه الکتروفاگر. پارک علم و فناوری دانشگاه تهران. محقق شرکت زیست پژوهان خاورمیانه. http://www.mebioresearchers.com

2. Anonymous. (2005). Prouduct data sheet. Xeda international. France. Available at: http://www.nutea.es/docs/FICHA%20 DE %20SEGURIDAD%20XEDOL%2020.pdf. Accessed September 2009.
3. Anonymous. (2009). Post harvest treatment by thermal fogging. Chemieals and machines concevied and patented by XEDA international, www.xeda.com
4. Bertolini, P., Guarnieri,A. and Venturi.P. (1994). Post-harvest fog treatment of apples: deposition patterns and control of *Phlyctaena vagabunda* and superficial scald. Department of Protection and Improvement of Agricultural Food Products, 14(5): 345-348
5. Bompeix, G. (1995). Thermal fogging as a postharvest treatment for plant protection. Postharvest Physiology. Pathology and Technologies for Horticultural Commodities: Recent Advances, pp: 450-454.
6. Churchill, D. B., Sumner, H. R., & Whitney, J. D. (1980). Peel Strength properties of three orange varieties. Transactions of the ASAE, 23(1):173–176.
7. Fidelibus, M.W., Teixeira,A.A. and Davis, F.S. (2002). Mechanical properties of orange peel and fruit treated pre- harvest with Gibberellic acid. American society of agricultural engineers, 45(4): 1057-1062
8. Rakotonirainy, M.S., Fohrer, F. and Flieder, F. (1999). Research on fungicides for aerial disinfection by thermal fogging in libraries and archives. International Biodeterioration, 44: 133-139
9. Singh, K.K. and Reddy, B.S. (2006). Post-harvest physico-mechanical properties of orange peel and fruit. Journal of Food Engineering, 73: 112–120.
10. Olmo, M., Nadas, A., and Garcia, J. M. (2000). Nondestructive methods to evaluate maturity level of oranges. Journal of Food Science, 65(2): 365–369.

Production Nano Particle from Pesticide by Electro fogger in cold storage and Investigation Mechanical Properties of Orange Fruit

Abstract

In this research composition of Ortho Phenyl Phenol is converted to Nano-particle limit by Electro Fogger and is distributed in Thomson orange storage. Experiments were performed on two type orange samples, with coating and without coating. After coating the fruit samples, their mechanical properties were evaluated including fruit cutting, compression and punch tests during three month storage at 6^{o}C temperature and 85-90% relative humidity. The results show that electro Fogger coating had significant effect on yield force in compression test ($p<0.05$), also duration of storage had significant effect ($p<0.05$) on yield and punch force. The amount of yield force for the sample with coating and without coating has decreased from 185.15 to 160.73 and 185.15 to 134.96, respectively. Thus, by using electro Fogger coating, orange firmness preserve better than without coating samples during storage.

Keyword: Citrus, Coating, During storage, Electro Fogger, Ortho Phenyl Phenol