نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲، ص. ۲۵-۱۸

Journal of Plant Protection
Vol. 27, No. 1, Spring 2013, P. 18-25

تاثیر گرمادهی با مایکروویو بر مرگ و میر آفت شب‌پره هندی در محصول پسته

حمید حاج محمدی[1*]- حسن صدرنیا[2]- محمدحسین عباسپور فرد[3]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۵/۱
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۷/۵

چکیده

شب‌پره‌ی هندی (*Plodia interpunctella*) مهمترین آفت انباری پسته محسوب می‌شود، به طوری که سالیانه صدمات زیادی را به این محصول وارد می‌آورد. استفاده از گرمادهی با مایکروویو در کنترل آفات انباری شیوه‌ی نوینی است که به سبب سرعت بالا و عدم به جا گذاشتن پسماندهای مضر به عنوان جایگزینی مناسب برای استفاده از سموم شیمیایی معرفی شده است. در این تحقیق، با قرار دادن پسته‌ی آلوده به لاروهای آفت شب‌پره‌ی هندی به مدت زمان مشخص در معرض یک موج مایکروویو، مرگ و میر آفت و عدم تغییر در خواص کیفی محصول بررسی شد. درصد مرگ و میر سن‌های سوم تا چهارم و سن پنجم لاروی آفت در زمان‌های ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ ثانیه و همچنین اثر زمان های ۳۰، ۵۰ و ۷۰ ثانیه بر روی ویژگی‌هایی مانند درصد رطوبت، ارزش پراکسید و اسید چرب آزاد محصول مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که درصد مرگ و میر آفت در تیمارهای ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ ثانیه برای لاروهای سن سوم تا چهارم به ترتیب ۷۱/۶۶، ۹۰/۸۳، ۹۷/۵ و ۱۰۰ درصد و برای لاروهای سن پنجم به ترتیب ۳۹/۱۱، ۶۲/۷۵، ۹۵/۷۸ و ۱۰۰ درصد بود. در تیمار ۵۰ ثانیه، مرگ و میر لاروهای سن‌های سوم تا چهارم و همچنین سن پنجم ۱۰۰ درصد محاسبه گردید. درصد رطوبت کل پسته در تیمارهای ۵۰ و ۷۰ ثانیه نسبت به تیمار شاهد، کاهش معنی داری داشت. همچنین مقدار اسید چرب با افزایش طول مدت زمان تیماردهی به ۷۰ ثانیه، به طور معنی داری افزایش یافت. با توجه به میزان مرگ و میر آفت و نیز تغییرات کیفی محصول در زمان‌های مختلف قرار گرفتن در معرض امواج مایکروویو، استفاده از این روش به منظور کنترل شب‌پره‌ی هندی در محصول پسته توصیه می‌شود.

واژه های کلیدی: پسته، شب‌پره‌ی هندی، گرمادهی، مایکروویو

مقدمه

پسته یکی از مهمترین محصولاتی کشاورزی ایران است و اهمیت بسیار زیادی در بخش صادرات غیرنفتی کشور دارد، به طوری که این محصول در سال ۱۳۸۸ با تولید حدود ۱۹۲ هزار تن، ۶۹ درصد از کل صادرات محصولات کشاورزی کشور را به خود اختصاص داده است (۷). یکی از بزرگترین مشکلات و موانع در تولید، فرآوری و انبارداری پسته، هجوم آفات می‌باشد. آفات انباری به سبب قدرت تکثیر بالا و چند خوار بودن خسارت زیادی به محصولات کشاورزی وارد می‌آورند. شب‌پره‌ی هندی[4] مهمترین آفت انباری پسته می‌باشد، به طوری که در تمام دنیا و ایران در انبارهای پسته شیوع دارد (۱ و ۳). آفت‌کشی با امواج مایکروویو در محصولات کشاورزی به سبب داشتن ویژگی‌هایی مانند سرعت در انجام کار و نداشتن هیچگونه پسماند شیمیایی مضر و مخرب برای محیط زیست، جایگزین موثری برای روشهای شیمیایی مبارزه با آفات محسوب می‌شود. امواج مایکروویو، موج‌های الکترومغناطیسی با فرکانس بالا می‌باشند که توسط مگنترون[5] یا کلیسترون[6] تولید می‌شوند (۱۴ و ۱۶). مواد دی-الکتریک مانند اغلب محصولات کشاورزی زمانی که در معرض یک موج مایکروویو قرار می‌گیرند به واسطه‌ی تماپل مولکول‌های آب به هم راستا شدن در جهت میدان و ایجاد اصطکاک درونی، گرما تولید می‌کنند. زمان شروع گرم شدن در دو ماده‌ی غیرهمگن در یک موج مایکروویو، با توجه به ویژگی‌های دی‌الکتریکی آنها متفاوت می‌باشد (۱۴ و ۱۶).

در سال‌های اخیر، از گرمادهی با امواج مایکروویو به منظور جایگزینی ضدعفونی شیمیایی در کنترل آفات استفاده شده است. میچم و همکاران (۱۰) در تحقیقی گردوهای آغشته به لاروهای سن پنجم آفت کرم پرتقال ناول (*Amyelois transitella*) را در معرض امواج رادیویی (بسامد ۲۷ مگاهرتز و توان ۱۲۰۰ وات) قرار

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: hmd.hajmohammadi@gmail.com)

4- *Plodia interpunctella*

5- Magnetron
6- Klystron

Archive of SID
www.SID.ir

دادند و تا زمان رسیدن مغز گردو به دماهای هدف ۴۷، ۵۰، ۵۳ و ۵۵ درجه‌ی سانتیگراد عمل گرمادهی ادامه یافت. نتایج این پژوهشگران نشان داد که مرگ و میرهای ۹۹ و ۱۰۰ درصدی آفت به ترتیب در دماهای ۵۳ و ۵۵ درجه سانتیگراد روی داد و همچنین گرمادهی بر خواص کیفی (ارزش پراکسید و اسید چرب) تاثیر معنی‌داری نداشت، ولی باعث کاهش درصد رطوبت محصول شد. در پژوهشی دیگر، مانزن و همکاران (۱۱) تاثیر گرمادهی با امواج رادیویی (بسامد ۲۷ مگاهرتز و توان ۱۲۰۰ وات) را بر روی کیفیت میوه گیلاس شیرین و لاروهای کرم سیب (*Cydia pomonella*) تا رسیدن به چهار دمای هدف ۵۰، ۵۲، ۵۳ و ۵۴ درجه‌ی سانتیگراد بررسی نمودند. نتایج این بررسی نشان داد که گرمادهی تا دمای هدف ۵۳ درجه‌ی سانتیگراد (به مدت ۱ و ۱/۵ دقیقه) و ۵۴ درجه‌ی سانتیگراد (به مدت ۰/۵ و ۱ دقیقه) باعث مرگ و میر ۱۰۰ درصدی آفت شد و بر خواص کیفی محصول (رنگ، لهیدگی، چروکیدگی، سفتی، شکل و غیره) تاثیری نداشت. زوبا و همکاران (۱۸) نیز در تحقیقی، تاثیر گرمادهی با مایکروویو (بسامد ۲۴۵۰ مگاهرتز و توان ۱۰۰۰ وات) را بر محصول خرما و آفت بید خرما (*Ectomyelois ceratoniae*) بررسی نمودند. بر اساس نتایج به دست آمده در مدت زمان‌های ۴۰، ۴۵، ۵۰ و ۵۵ ثانیه افزایش دما به ترتیب ۵۹/۵، ۶۱/۸، ۶۳/۹ و ۶۶/۳ درجه سانتیگراد و درصد مرگ و میر لاروهای سن آخر آفت به ترتیب ۷۰، ۹۰، ۹۵ و ۱۰۰ بود. گرمادهی در زمانهای ۵۵، ۶۰، ۶۵ و ۷۰ ثانیه بر کاهش وزن محصول و تغییر رنگ خرما تاثیری نداشت.

هدف از اجرای این پژوهش معرفی روش گرمادهی با امواج مایکروویو به عنوان یک روش نو و کم خطر به منظور جایگزینی با روش ضد عفونی شیمیایی برای کنترل آفات انباری محصول پسته می‌باشد.

مواد و روش ها

تهیه مواد

پسته: پسته خام مورد استفاده در این تحقیق از رقم اوحدی بود که از شهرستان زرند استان کرمان تهیه شده بود. پسته‌های تهیه شده از زمان تهیه تا هنگام آزمایش در دما و رطوبت اتاق (۵±۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۱۵±۴۵ درصد) و در بسته‌های نایلونی دربسته نگهداری می‌شدند.

پرورش آفت: شب‌پره‌ی هندی (*Plodia interpunctella*) آفت مورد آزمایش در این تحقیق بود و لاروهای سن پنجم آن به دلیل داشتن بیشترین مقاومت گرمایی در بین سنین لاروی به عنوان مرحله نشو و نمایی هدف، انتخاب گردید (۸). همچنین به منظور بررسی مقاومت گرمایی آفت، از لاروهای سنین سوم تا چهارم در مجموع به عنوان یک تیمار دیگر نیز استفاده شد. پرورش آفت روی محصول پسته انجام شد و پسته‌های آلوده به آفت در دستگاه ژرمیناتور[1] با دوره نوری ۱۳ ساعت روشنایی و ۱۱ ساعت تاریکی، دمای ۲±۲۸ درجه‌ی سانتیگراد و رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد قرار گرفتند (۲).

مایکروویو: به منظور گرمادهی محصول از یک دستگاه آون مایکروویو ال جی مدل LF-5902 با مشخصات فنی ۲۴۵۰ مگاهرتز بسامد و توان بیشینه ۹۰۰ وات استفاده شد.

تعیین مدت زمان گرمادهی

افزایش دما در محصول پسته با مدت زمان قرارگیری آن در مایکروویو رابطه مستقیمی دارد و در صورت ثابت بودن توان ورودی، از یک رابطه خطی (رابطه ۱) پیروی می‌کند (۱۶).

$$\Delta T = \frac{kP}{c_p m}\Delta t \qquad (۱)$$

k= ضریب کوپلینگ انرژی

m = جرم ماده (Kg)

P = توان ورودی (w)

ΔT= افزایش در دما (°C)

c_p = گرمای ویژه ماده (J/Kg°C)

Δt= زمان موج دهی (s)

بر اساس تحقیقات صورت گرفته در خصوص تاثیر دماها و طول مدت زمان‌های مختلف گرمادهی بر میزان مرگ و میر لاروهای سن پنجم شب‌پره‌ی هندی، مشخص شده است که قرارگیری آفت در معرض دمای ۵۲ درجه سانتیگراد به مدت ۱ دقیقه باعث مرگ و میر صددرصد جمعیت آن می شود (۸). با استفاده از رابطه ۱ طول مدت زمان رسیدن به دمای ۵۲ درجه سانتیگراد محاسبه شد. بدین منظور، میزان ۱۰۰ گرم محصول پسته در مایکروویو با توان ۹۰۰ وات قرار گرفت. ضریب کوپلینگ انرژی بر اساس آزمایشات مقدماتی ۰/۱ انتخاب شد. گرمای ویژه پسته رقم اوحدی ۰/۶۹ می‌باشد (۱۳). بر اساس محاسبات انجام شده، طول مدت زمان رسیدن به دمای ۵۲ درجه سانتیگراد (از دمای ۱۸ درجه‌ی سانتیگراد محیط) ۳۰ ثانیه تخمین زده می شود. اما با توجه به این که مرگ و میر صددرصدی لاروهای آفت در دمای ۵۲ درجه سانتیگراد پس از سپری شدن ۱ دقیقه صورت می‌گیرد، لذا نیاز است که مدت زمان بیشتری را به منظور آفت کشی در نظر گرفت. به همین منظور طول مدت زمان‌های ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ ثانیه به منظور کنترل شب‌پره‌ی هندی و طول مدت زمان‌های ۳۰، ۵۰ و ۷۰ ثانیه برای تعیین تغییرات کیفی محصول مورد آزمایش قرار گرفتند. انتخاب زمان‌های طولانی‌تر در تعیین خواص کیفی محصول به منظور به کارگیری حد بالای مدت

1- Germinator

Archive of SID

www.SID.ir

زمان گرمایش و به تبعیت از آن، بررسی خواص کیفی محصول در بالاترین دما ممکنه برای آفت کشی بود.

آفت کشی

لاروهای سن‌های سوم تا چهارم و سن پنجم آفت شب‌پره‌ی هندی که از قبل پرورش داده شده بودند برای انجام عملیات آفت کشی انتخاب گردیدند. تعداد پنجاه لارو حشره از سنین سوم تا چهارم به صورت مصنوعی در دو ظرف محتوی ۱۰۰ گرم محصول پسته (۲۰ و ۳۰ لارو) و همچنین صد لارو سن پنجم در چهار ظرف (۲۰، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ لارو) قرار داده شدند. پیش از آغاز عمل گرمادهی، لاروها به مدت یک ساعت به منظور انطباق با شرایط محیطی جدید در ظروف پسته نگهداری شدند. گرمادهی در مدت زمان‌های تعیین شده در آون مایکروویو انجام شد. پس از گرمادهی، ظروف در همان حالت دربسته به مدت ۲ تا ۳ ساعت و در شرایط اتاق قرار گرفتند تا زنده یا مرده بودن لاروهای نیمه جان مشخص گردد.

بررسی خصوصیات کیفی محصول

به منظور بررسی خصوصیات کیفی محصول پس از گرمادهی، خواصی مانند درصد رطوبت، ارزش پراکسید و میزان اسید چرب آزاد به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفتند:

درصد رطوبت: به منظور تعیین درصد رطوبت از روش خشک کردن در آون برقی استفاده شد (۵). پوسته و مغز نمونه‌ها به طور جداگانه تا زمان رسیدن به وزن ثابت نمونه‌ها در دمای ۱۰۳ درجه‌ی سانتیگراد گذاشته شدند (۱۲).

استخراج روغن پسته: برای تعیین شاخص پراکسید و اسید-های چرب آزاد به استخراج روغن خام پسته نیاز بود. به منظور استخراج روغن از محلول اتیلن اتر استفاده شد. بدین منظور از هر تیمار ۱۰۰ گرم مغز پسته جداسازی شد و پس از خردکردن، در دمای اتاق با محلول اتر مخلوط گردید. در طی این فرآیند اتر روغن پسته را در خود حل می‌کند. پس از گذشت ۲۴ ساعت، فاز اتری جدا گردید و تحت شرایط هود و در دمای اتاق قرار داده شد تا اتر بخار شود و روغن پسته باقی بماند. روغن استخراج شده بلافاصله در مراحل بعدی آزمایش به کار برده شد.

ارزش پراکسید: به معنی میلی‌اکی‌والان پراکسید یا اکسیژن فعال موجود در یک کیلوگرم از نمونه روغن و یا چربی می‌باشد و مقدار آن با روش تیتراسیون یدومتری اندازه گیری شد (۵).

اسید چرب آزاد: نشان‌دهنده‌ی میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم مورد نیاز برای خنثی کردن اسیدهای چرب آزاد در هر گرم چربی است و مقدار آن با روش تیتراسیون و بر مبنای اسید اولئیک تعیین گردید (۵).

تجزیه و تحلیل آماری

مرتب سازی داده‌ها و هم چنین رسم نمودارها توسط نرم افزار اکسل[1] صورت گرفت. کلیه آزمایش‌ها انجام شده بر پایه طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شدند. داده‌های به دست آمده با استفاده از آنالیز واریانس و مقایسه میانگین با روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ و به کمک نرم افزار جامپ[2] مورد تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

درصد مرگ و میر آفت

بر اساس نتایج حاصل شده از تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده (جدول ۱)، مشخص شد که طول مدت زمان گرمادهی بر میزان مرگ و میر لاروهای سن پنج تاثیر معنی‌داری داشت ($P<0.01$). بر اساس نتایج، در تیمار ۲۰ ثانیه، میزان مرگ و میر ۳۹/۱۱ درصد به دست آمد. با افزایش طول مدت زمان گرمادهی به ۳۰ ثانیه، درصد مرگ و میر به ۶۲/۷۵ درصد افزایش یافت. در تیمارهای ۴۰ و ۵۰ ثانیه، درصد مرگ و میر به ترتیب ۹۵/۷۸ و ۱۰۰ درصد اندازه‌گیری شد. مقایسه میانگین درصد مرگ و میر لاروهای سن پنجم شب‌پره‌ی هندی در مدت زمان‌های مختلف گرمادهی در جدول ۲ ارائه شده‌اند ($p<0.05$).

جدول ۱- میانگین مربعات مرگ و میر لاروهای سن پنجم شب‌پره‌ی هندی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
مرگ و میر لاروهای سن پنجم	۳	۳۳۱۱/۲۳۴**
خطا	۱۲	۱۴۶/۳۱

**- معنی دار در سطح احتمال ۱٪

در مجموع، با افزایش طول مدت زمان گرمادهی با مایکروویو، درصد مرگ و میر آفت افزایش یافت. نتایج این پژوهش با نتایج ونگ و همکاران (۱۵) انطباق داشت. این محققان نشان دادند که در زمان‌های در معرض قرارگیری ۱، ۲ و ۳ دقیقه (موج رادیویی ۲۷ مگاهرتز و توان ۴۰۰ وات) به ترتیب ۴۷/۵، ۷۸/۶ و ۱۰۰ درصد از لاروهای آفت کرم سیب (*Cydia pomonella*) دچار مرگ و میر شدند. زوبا و همکاران (۱۸) نیز میزان مرگ و میر آفت بید خرما (*Ectomyelois ceratoniae*) را در زمان‌های ۴۰، ۴۵، ۵۰ و ۵۵ ثانیه (موج مایکروویو ۲۴۵۰ مگاهرتز با توان ۱۰۰۰ وات) به ترتیب ۷۰، ۹۰، ۹۵ و ۱۰۰ درصد گزارش دادند.

نتایج بدست آمده در خصوص مرگ و میر لاروهای سنین سوم تا چهارم شب‌پره‌ی هندی در جدول ۳ نشان داده شده‌اند.

1- Excel
2- JMP

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- درصدهای مرگ و میر لاروهای سن پنجم شب‌پره‌ی هندی در مدت زمان‌های مختلف گرمادهی

طول مدت زمان گرمادهی (ثانیه)	مجموع لارو	زنده	مرده	میانگین مرگ و میر (٪)	انحراف معیار (٪)
۲۰	۱۰۰	۵۹	۴۱	۳۹/۱۱^{a*}	۱۱/۷۵
۳۰	۱۰۰	۳۴	۶۶	۶۲/۷۵^{b}	۱۶/۲۱
۴۰	۱۰۰	۴	۹۶	۹۵/۷۸^{c}	۶/۱۹
۵۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	۱۰۰^{c}	۰

*- حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده‌ی معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها در تیمار مورد نظر می باشد.

جدول ۳- درصدهای مرگ و میر لاروهای سنین سوم تا چهارم شب‌پره‌ی هندی در مدت زمان‌های مختلف گرمادهی

طول مدت زمان گرمادهی (ثانیه)	مجموع لارو	زنده	مرده	میانگین مرگ و میر (٪)	انحراف معیار (٪)
۲۰	۵۰	۱۴	۳۶	۷۱/۶۶^{a*}	۱/۶۶
۳۰	۵۰	۴	۴۶	۹۰/۸۳^{b}	۵/۸۳
۴۰	۵۰	۱	۴۹	۹۷/۵^{b}	۲/۵
۵۰	۵۰	۰	۵۰	۱۰۰^{b}	۰

*- حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده‌ی معنی دار بودن اختلاف میانگین‌ها در تیمار مورد نظر می باشد.

با افزایش طول مدت زمان گرمادهی درصد مرگ و میر لاروهای سنین سوم تا چهارم آفت نیز افزایش یافت. در تیمار ۲۰ ثانیه، ۷۱/۶۶ درصد لاروها کشته شدند و با افزایش زمان گرمادهی به ۳۰ ثانیه، درصد مرگ و میر آفت به ۹۰/۸۳ افزایش یافت. در تیمارهای ۴۰ و ۵۰ ثانیه به ترتیب ۹۷/۵ و ۱۰۰ درصد از لاروها کشته شدند.

نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌های درصد مرگ و میر برای دو گروه سنی از لاروهای آفت در جدول ۴ آورده شده است. بر اساس این نتایج، در تیمارهای ۲۰ و ۳۰ ثانیه لاروهای سن پنجم نسبت به لاروهای سنین سوم تا چهارم آفت به طور معنی داری به گرما مقاوم‌تر بودند ($p<0.05$). در تیمارهای دیگر با توجه به میزان مرگ و میر که نزدیک به ۱۰۰ درصد بود، اختلاف معنی داری در دو گروه سنی از لاروها وجود نداشت.

ونگ و همکاران (۱۷) با مطالعه تاثیر گرمادهی با امواج رادیویی بر لاروهای سنین سوم و پنجم کرم پرتقال ناول (*Amyelois transitella*) دریافتند که در مدت زمان‌های مختلف گرمادهی، مقاومت لاروهای سن پنجم آفت از لاروهای سن سوم بیشتر می‌باشد.

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های درصد مرگ و میر لاروهای سنین مختلف شب‌پره‌ی هندی در مدت زمان‌های مختلف گرمادهی

سن لاروی	طول مدت زمان گرمادهی (ثانیه)			
	۲۰	۳۰	٤۰	۵۰
۵	۳۹/۱۱^{a*}	۶۲/۷۵^{a}	۹۵/۷۸^{a}	۱۰۰^{a}
۳و۴	۷۱/۶۶^{b}	۹۰/۸۳^{b}	۹۷/۵^{a}	۱۰۰^{a}

*- حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده‌ی معنی دار بودن اختلاف میانگین‌ها در تیمار مورد نظر می باشد.

به طور کلی، دمای بالا باعث ایجاد یک سری تغییرات بیوشیمیایی در حشرات می شود. این تغییرات شامل کاهش غلظت یون‌ها، غیرفعال شدن عمده آنزیم‌های گلیکولیز[1]، اختلال در غشا پلاسما، دناتوره شدن[2] پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک[3]، لیپیدها و کربوهیدرات‌ها می‌شوند. تغییرات ناشی از گرمادهی در سنین مختلف لاروی آفت متفاوت هستند زیرا مقاومت به گرما بر حسب گونه و مرحله نشو و نمایی حشره متفاوت است. مقاومت گرمایی لاروهای سنین پایین‌تر شب‌پره‌ی هندی به دلیل حساس‌تر بودن آنها به تغییرات بیوشیمیایی، نسبت به سنین بالاتر لاروی کم‌تر می‌باشد (۱۴).

خواص کیفی

درصد رطوبت: مقدار کاهش رطوبت محصول با طول مدت زمان گرمادهی رابطه مستقیم دارد (۱۰). شکل ۱ روند تغییرات درصد رطوبت محصول را در طی فرآیند گرمادهی نمایش می‌دهد.

جدول ۵- میانگین مربعات درصد رطوبت در مغز، پوسته وکل پسته

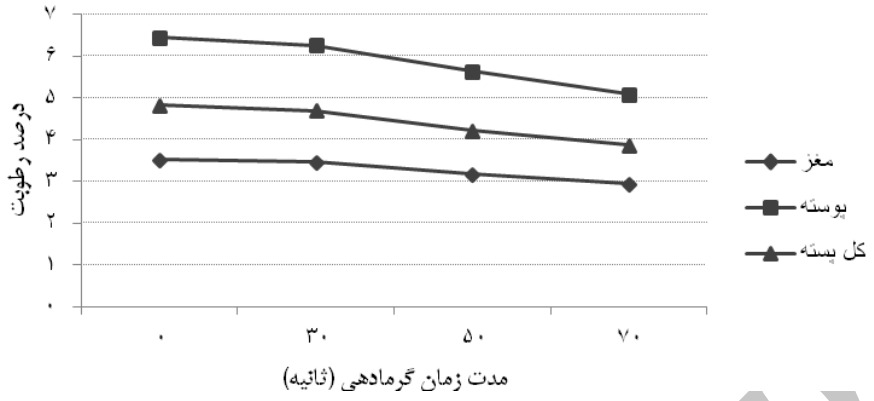
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		مغز	پوسته	کل پسته
درصد رطوبت	۳	۰/۲۲۲$^{n.s}$	۱/۱۶۶**	۰/۵۸۱**
خطا	۸	۰/۰۵۵۱	۰/۰۷۹۶	۰/۰۵

n.s اختلاف معنی دار وجود ندارد **- معنی دار در سطح احتمال ۱٪

1- Glycolysis enzymes
2- Denatured proteins
3- Nucleic acids

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱- درصد رطوبت مغز، پوسته و کل پسته در مدت زمان‌های مختلف گرمادهی

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به رطوبت پسته در جدول ۵ آورده شده‌اند. این نتایج نشان دادند که تاثیر گرمادهی با مایکروویو بر کاهش رطوبت در مغز پسته غیرمعنی‌دار ($P<0.05$) و بر پوسته و کل پسته تاثیر معنی‌دار بود ($P<0.01$).

در مغز پسته، بیشترین میانگین درصد رطوبت مربوط به تیمار شاهد با ۳/۵۲ درصد و کمترین آن در تیمار ۷۰ ثانیه با ۲/۹۳ درصد بود. در مغز پسته بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و میانگین هر چهار تیمار در یک سطح قرار گرفتند. در پوسته پسته، بیشترین میانگین درصد رطوبت در تیمار شاهد با ۶/۴۶ درصد و کمترین آن در تیمار ۷۰ ثانیه با ۵/۰۹ مشاهده شد. درصد رطوبت در تیمار ۷۰ ثانیه با تیمارهای شاهد، ۳۰ و ۵۰ ثانیه اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین، اختلاف تیمار ۵۰ ثانیه با تیمار ۳۰ ثانیه نیز معنی‌دار بود. در کل پسته، بیشترین مقدار رطوبت مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۴/۸۲ درصد و کمترین مقدار رطوبت مربوط به تیمار ۷۰ ثانیه با میانگین ۳/۸۷ درصد بود و اختلاف در مقادیر میانگین‌ها مشابه پوست پسته بدست آمد.

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های درصد رطوبت مغز، پوسته و کل پسته در مدت زمان‌های مختلف گرمادهی

طول مدت زمان گرمادهی (ثانیه)	درصد رطوبت		
	مغز	پوسته	کل
شاهد	$۳/۵۲^{a*}$	$۶/۴۶^{a}$	$۴/۸۲^{a}$
۳۰	$۳/۴۶^{a}$	$۶/۲۷^{ab}$	$۴/۷^{ab}$
۵۰	$۳/۱۷^{a}$	$۵/۶۴^{bc}$	$۴/۲۲^{bc}$
۷۰	$۲/۹۳^{a}$	$۵/۰۹^{c}$	$۳/۸۷^{c}$

*- حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده‌ی معنی دار بودن اختلاف میانگین‌ها می باشد.

در یک سامانه‌ی گرمایش مایکروویو، مواد، انرژی مایکروویو را جذب کرده و آنرا به گرما تبدیل می‌کنند. این گرما باعث تبخیر و کاهش درصد رطوبت موجود در آن ماده می‌گردد (۱۴). ونگ و همکاران (۱۷) نشان دادند که تیمار امواج رادیویی باعث کاهش رطوبت در مغز گردو گردید ولی در پوسته محصول تغییر معنی‌داری ایجاد نکرد. بر اساس گزارش مارزال و همکاران (۹) تیمار مایکروویو در محصول برنج نیز کاهش درصد رطوبت را به همراه داشته است.

درصد رطوبت در محصولاتی مانند مغزها[1] به منظور مرحله انبارمانی و بسته‌بندی اهمیت بسیاری دارد. مقدار رطوبت مغز پسته‌ی خام باید کمتر از ۵ درصد و در پسته‌های فرآوری شده از ۳ درصد کم-تر باشد (۵). در تمامی نمونه‌های اندازه گیری شده در این تحقیق، درصد رطوبت مطابق با استاندارد بود.

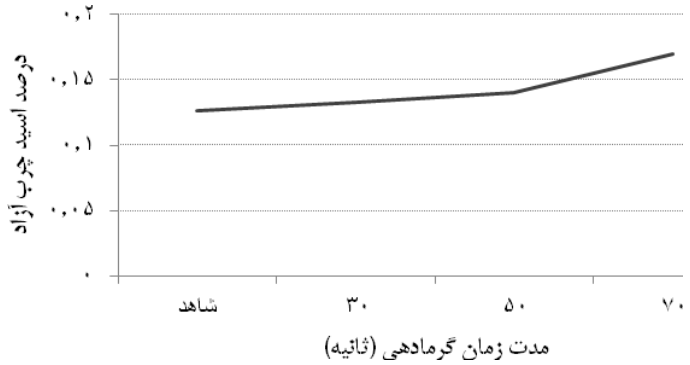
ارزش پراکسید: در این تحقیق و با توجه به روش استاندارد موجود برای اندازه‌گیری ارزش پراکسید در روغن‌ها، پراکسید به دست آمده برای تمامی نمونه‌ها صفر بود. این نتایج با مقادیر به دست آمده برای ارزش پراکسید پسته توسط صداقت (۴) همخوانی داشت. این محقق در تحقیقی که بر روی خشک کردن محصول پسته در دماهای مختلف انجام داد، ارزش پراکسید پسته رقم اوحدی را با استفاده از روش استخراج سرد روغن (مشابه روش مورد استفاده در این پژوهش) برای تمامی نمونه ها صفر بدست آورد.

ارزش پراکسید، شاخصی برای نشان دادن میزان فساد اکسیداتیو در روغن‌ها و چربی‌ها و راهنمای خوبی برای نشان‌دادن کیفیت روغن است. بر اساس استانداردهای موجود برای پسته، عدد پراکسید در این محصول باید از ۱ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم کمتر باشد (۵).

1- Nuts

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۲- درصد اسید چرب پسته پس از گرمادهی در مدت زمان‌های مختلف

با توجه به مقدار کم پراکسید در نمونه‌های گرمادهی شده می‌توان نتیجه گرفت که تیمار گرمادهی مایکروویو باعث افزایش مقدار پراکسید محصول پسته نشده است و این مقدار پس از گرمادهی نیز صفر می‌باشد.

اسید چرب: شکل ۲ تاثیر مدت زمان‌های مختلف گرمادهی را بر اسید چرب بر حسب اسید اولئیک نشان می‌دهد. با افزایش طول مدت زمان گرمادهی درصد اسید چرب در محصول بالا رفت.

جدول ۷- میانگین مربعات اسید چرب آزاد

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
اسید چرب آزاد	۳	۰/۰۰۲۷۶**
خطا	۲۰	۰/۰۰۰۲۲

n.s اختلاف معنی دار وجود ندارد

**- معنی دار در سطح احتمال ۱٪

با توجه به نتایج آنالیز واریانس داده های روغن استخراجی از نمونه‌های پسته گرمادهی شده (جدول ۷)، تاثیر طول مدت زمان گرمادهی بر مقدار اسید چرب از لحاظ آماری معنی‌دار بود. در جدول ۸ نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های مقادیر اسید چرب آورده شده است. بیشترین مقدار اسید چرب مربوط به مدت زمان گرمادهی ۷۰ ثانیه و با میانگین ۰/۱۷۶۷ درصد بود و کمترین مقدار آن با میانگین ۰/۱۲۸۳ در تیمار شاهد مشاهده گردید. درصد اسید چرب در تیمار ۷۰ ثانیه به طور معنی‌داری از بقیه تیمارها بیشتر بوده، در حالی که مقادیر اسید چرب در تیمارهای دیگر تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند.

در تحقیقاتی که توسط ونگ و همکاران (۱۵ و ۱۶) و میچم و همکاران (۱۰) در خصوص درصد اسید چرب محصول گردو پس از گرمادهی با امواج انجام شد، نتایج مشابهی بدست آمد. این محققان گزارش دادند که افزایش دمای محصول باعث افزایش نسبی در مقدار اسید چرب آن می‌شود. اگر چه این مقدار از میزان مجاز آورده شده در استانداردهای موجود کمتر بود.

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های اسید چرب پسته در مدت زمان‌های مختلف گرمادهی

طول مدت زمان گرمادهی (ثانیه)	درصد اسید چرب آزاد
شاهد	۰/۱۲۸۳[a*]
۳۰	۰/۱۳۵[a]
۵۰	۰/۱۵[a]
۷۰	۰/۱۷۶۷[b]

*- حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده‌ی معنی دار بودن اختلاف میانگین‌ها می‌باشد.

افزایش میزان اسید چرب آزاد بیانگر پدیده‌ی هیدرولیز در روغن پسته است. لیپاز و استراز باعث ایجاد واکنش‌های اکسیداسیونی آنزیم کاتالاز می‌شوند. این آنزیم‌ها اسیدهای چرب را از چربی جدا کرده و اسیدهای چرب آزاد را تولید می کنند. بنابراین، اسیدهای چرب آزاد شده می‌توانند سوبسترای واکنش‌های اکسیداسیون شوند (۶). استراز نسبت به حرارت مقاوم می‌باشد و ممکن است حتی پس از گرمادهی نیز فعال باقی بماند. گرمایش اساسا باعث کاهش فعالیت آنزیم لیپاز می‌شود. بنابراین، می‌توان چنین استنباط کرد که در دماهای پایین ($<100^{\circ}c$) به دلیل فعالیت کمتر آنزیم‌ها و آسیب‌دیدگی کمتر سلول-ها، درصد اسیدهای چرب آزاد شده نیز کمتر است (۶). مقدار اسید چرب در استانداردهای موجود برای محصول پسته فرآوری شده باید از ۰/۵ درصد کم‌تر باشد (۵). در تمامی نمونه های آزمایش شده در این پژوهش درصد اسید چرب از مقدار بیشینه استاندارد کم‌تر بود.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه گیری

نتایج بدست آمده در خصوص گرمادهی محصول با امواج مایکروویو نشان داد که گرمادهی به مدت ۵۰ ثانیه باعث مرگ و میر ۱۰۰ درصدی لاروهای سنین سوم تا چهارم و سن پنجم آفت می‌شود. درصد رطوبت مغز پسته در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت اما درصد رطوبت پوسته وکل پسته در تیمارهای ۷۰ و ۵۰ ثانیه نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری داشت. مقدار ارزش پراکسید با توجه به روش اندازه گیری در همه تیمارها صفر به دست آمد. اسید چرب آزاد با افزایش مدت زمان گرمادهی به ۷۰ ثانیه، به طور معنی‌داری افزایش یافت.

با توجه به نتایج به دست آمده در خصوص درصد مرگ و میر آفت و تغییر ویژگی‌های کیفی محصول، بهترین مدت زمان گرمادهی با مایکروویو به منظور آفت کشی پسته‌های آلوده به شب‌پره‌ی هندی، ۵۰ ثانیه در موج مایکروویو با بسامد ۲۴۵۰ مگاهرتز و توان ۹۰۰ مگاوات می‌باشد. در این مدت زمان گرمادهی، علاوه بر مرگ و میر ۱۰۰ درصدی لاروهای آفت (سنین پنج و پایین‌تر)، تغییر معنی داری در ویژگی‌های کیفی محصول (درصد رطوبت، ارزش پراکسید و اسید چرب) ایجاد نمی‌شود.

سپاسگزاری

از خانم مهندس منفرد مسئول محترم آزمایشگاه حشره شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر زحمات بی دریغشان تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

۱- باقری زنوز ا. ۱۳۸۶. آفات و عوامل زیان آور انباری و مدیریت کنترل آنها. نشر دانشگاه تهران. ۴۶۶ صفحه.

۲- رفیعی کرهرودی ز.، محرمی پور س.، فرازمند ح.، کریم زاده اصفهانی ج. ۱۳۸۹. خاصیت دورکنندگی و سمیت تنفسی ۱۸ گونه اسانس گیاهی روی شب‌پره هندی. نشریه حفاظت گیاهان، ۲۴ (۲): ۱۷۲-۱۶۵.

۳- سمیع م.ا.، علی زاده ع. و صابری ریسه ر. ۱۳۸۴. آفات و بیماریهای مهم پسته در ایران و مدیریت تلفیقی آنها. جهاد دانشگاهی، تهران. ۳۰۴ صفحه.

۴- صداقت ن. ۱۳۸۳. مدلینگ شرایط نگهداری و بسته بندی پسته خام خشک. پایان نامه دوره دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد. ۸۹-۹۴.

۵- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۷. پسته – روش‌های آزمون. استاندارد شماره ۴۹۲۰، تجدید نظر اول.

۶- نیک زاد و. و صداقت ن. ۱۳۸۸. بررسی اثرات دمای برشته کردن، فرمولاسیون و زمان نگهداری بر ویژگیهای کیفی روغن پسته و خصوصیات ارگانولپتیکی آن. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۶ (۳): ۴۵-۵۴.

۷- وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور برنامه ریزی، اقتصادی و بین المللی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات. ۱۳۸۸. نتایج طرح آمارگیری نمونه ای محصولات باغی سال ۱۳۸۷.

8- Johnson J.A., Wang S., and Tang J. 2003. Thermal death kinetics of fifth-instar Plodiainterpunctella (Lepidoptera- Pyralidae). Journal of economic entomology, 96(2): 519 – 524.

9- Marzal A., Osca J.M., Castell V., Martínez J., Benedito C., Balbastre J.V., and Sánchez-Hernández D. 2005. Effect of microwave energy on grain quality of four Spanish rice varieties. Spanish Journal of Agricultural Research 3(3): 310-318.

10- Mitcham E.J., Veltman R.H., Feng X., De Castro E., Johnson J.A., Simpson T.L., Biasi W.V., Wang S., and Tang J. 2004. Application of radio frequency treatments to control insects in in-shell walnuts. Postharvest Biology and Technology 33: 93–100.

11- Monzon M.E., Biasi B., Simpson T.L., Johnson J., Feng X., Slaughter D.C., and Mitcham E.J. 2006. Effect of radio frequency heating as a potential quarantine treatment on the quality of 'Bing' sweet cherry fruit and mortality of codling moth larvae. Postharvest Biology and Technology 40: 197–203.

12- Nazari Galedar M., Mohtasebi S.S., Tabatabaeefar A., Jafari A., and Fadaei H. 2009. Mechanical behavior of pistachio nut and its kernel under compression loading. Journal of Food Engineering 95: 499–504.

13- Razavi S.M.A., and Taghizadeh M. 2006. The specific heat of pistachio nuts as affected by content, temperature, and variety. Journal of Food Engineering 79: 158–167.

14- Tang J., Mitcham E., Wang S., and Lurie S. 2007. Heat treatment for postharvest pest control: Theory and practice. CAB International, Cambridge, Pp. 349.

15- Wang S., Ikediala J.N., Tang J., Hansen J.D., Mitcham E., Mao R., and Swanson B. 2001. Radio

Archive of SID

www.SID.ir

frequency treatments to control codling moth in in-shell walnuts. Postharvest Biology and Technology 22: 29–38.
16- Wang S., and Tang J. 2001. Radio frequency and microwave alternative treatments for insect control in nuts: a review. Agricultural engineering journal, 10(3&4): 105-120.
17- Wang S., Tang J., Johnson J.A., Mitcham E., Hansen J.D., Cavalieri R.P., Bower J., and Biasi B. 2002. Process protocols based on radio frequency energy to control field and storage pests in in-shell walnuts. Postharvest Biology and Technology 26: 265–273.
18- Zouba A., Khoualdia O., Diaferia A., Rosito V., Bouabidi H., and Chermiti B. 2009. Microwave treatment for postharvest control of the date moth Ectomyeloisceratoniae. Tunisian Journal of Plant Protection 4: 173-184.

Archive of SID

www.SID.ir