J. of Nuclear Sci. and Tech.
No. 43, pp. 13-19, 2008

مجله علوم و فنون هسته‌ای
شماره ۴۳، صفحات ۱۹-۱۳، ۱۳۸۷

بررسی تغییرات میکروبی و شیمیایی خرمای مضافتی پرتوفراوری شده با اشعه گاما

سیده لیلا حسینی*، مرضیه سیحون، رسا رجایی
پژوهشکده کاربرد پرتوها، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۳۴۸۶-۱۱۳۶۵، تهران - ایران

چکیده: خرما از نوع مضافتی در سه دمای ثابت $۲۵^{\circ}C$ (محیط)، $۴^{\circ}C$ (یخچال) و $۱۸^{\circ}C$- (فریزر) به دور از آلودگی ثانویه در بسته‌بندی مناسب، به مدت شش ماه نگهداری شدند. برای هر نمونه در این دماها، یک نمونه به عنوان کنترل (پرتوندیده) و سه نمونه هر یک با دزهای ۰/۵، ۱/۰ و ۲/۵ کیلوگری با اشعه گاما (^{60}Co) پرتودهی شدند. در هر ماه نمونه‌ها از نظر کل میکروب‌ها و قارچ‌ها (کپک‌ها و مخمرها) بررسی و با نمونه‌های کنترل (پرتوندیده) آنها مقایسه شدند. علاوه بر این نمونه‌ها از جنبه کنترل شیمیایی (رطوبت و قند) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل از این بررسی‌ها نشان می‌دهند که شرایط مناسب از نظر کنترل میکروبی و شیمیایی در مدت انبارمانی (شش ماه) جهت تثبیت کیفیت خرما، نمونهٔ پرتودیده با دز ۰/۵ کیلوگری و نگهداری شده در دمای $۴^{\circ}C$ (یخچال) می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ***خرمای مضافتی، آلودگی میکروبی، کنترل شیمیایی، پرتودهی، اشعه گاما***

Microbial and Chemical Assessment of Iranian Mozafati Date Treated by Gamma Irradiation

S.L. Hosseini*, M. Sayhoon, R. Rajaie
Radiation Applications Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, AEOI, P.O.Box: 11365-3486, Tehran - Iran

Abstract: The effects of gamma radiation on Mozafati date were evaluated in order to find microbial and chemical changes. For this purpose, the date samples were stored at different temperatures, 25°C (room temperature), 4°C (refrigerator) and -18°C (freezer) for a period of 6 months. At each temperature, 4 samples were considered as a control (unirradiated) and three others as irradiated with doses of 0.5, 1.0 and 2.5 kGy by the use of gamma irradiation. Every month, the samples, at each condition, were checked to detect the total microbial, mold and yeast contaminations. The same date samples were also analyzed to chemical and quality controls (sugar and moisture). Finally, the unirradiated samples were compared with the irradiated ones. It was concluded that the proper condition to decrease microbial contaminations and chemical changes, and to increase the shelf-life and stabilize quality of the Mazafati date is the dose rate of 0.5 kGy at 4°C temperature.

Keywords: ***Mozafati Date, Microbial Contaminations, Chemical Changes, Irradiation, Gamma Radiation***

*email: lhossieni@aeoi.org.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۸۵/۶/۲۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۶/۷/۱۸

۱- مقدمه

توسعه صادرات غیرنفتی امروزه نقش مهمی به عنوان استراتژی رشد و توسعهٔ اقتصاد ایفا می‌کند. در شرایطی که بازارهای داخلی از عرضه برخی کالاها اشباع شده و می‌شوند، بهترین راه برای ادامه تولید و استفاده از ظرفیت کامل صنایع مورد نظر، صدور محصولات آنها به خارج از کشور است [۱]. یکی از این محصولات استراتژیک، خرما است که در کشور ما انواع آن به وفور تولید می‌شود.

درخت خرما از خانواده Palmacee است که نام علمی آن *Phoenix dactylifera* می‌باشد. درختی است دو پایه و ارتفاع ساقه در انواع مختلف نخل‌ها متفاوت بوده و تا ۲۰ متر می‌رسد. خرما از ۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در نواحی خرماخیزی مانند جنوب ایران، عراق، آفریقای شمالی، مصر، استرالیا و شمال هندوستان شناخته شده و مورد استفاده قرار گرفته است. ۸۸ درصد وزن میوه خرما را قسمت خوراکی آن تشکیل می‌دهد که ۲/۳ این مقدار را انواع قندها و ۱/۴ آن را آب و بقیه را مواد دیگری از جمله مواد معدنی، ویتامین‌ها و سلولز تشکیل می‌دهد. از این‌رو خرما، ماده غذایی بسیار ارزشمند و انرژی‌زا به شمار می‌آید و در مناطق تولید خرما به عنوان غذای اصلی و مقوی محسوب می‌شود [۲].

یکی از معضلات عمده تولید خرما مراحل پس از برداشت این محصول می‌باشد که در حال حاضر با روش سنتی و غیربهداشتی انجام می‌گیرد. به علاوه روش‌های شستشو، خشک کردن و بسته‌بندی بطور دقیق و اصولی انجام نمی‌گیرند. همچنین عدم ارایه اطلاعات کافی از قبیل نوع خرما، نداشتن تاریخ مصرف بر روی بسته‌بندی، صدور خرمای غیراستاندارد، در دسترس نبودن انبارهای سردخانه‌دار برای نگهداری و امکانات حمل و نقل مناسب از دیگر مشکلات عمده در امر صادرات می‌باشند [۱].

خرما معمولاً در معرض دو نوع فساد قرار می‌گیرد: فساد میکروبی که بر اثر فعالیت میکروارگانیزم‌ها (مانند تخمیر ناشی از فعالیت مخمرها و کپک‌زدگی ناشی از فعالیت کپک‌ها) روی می‌دهد و دیگری فساد فیزیولوژیکی ناشی از کهنه شدن محصول است که باعث تیره شدن و کاهش عطر و طعم محصول می‌گردد. حساسیت خرما نسبت به این دو نوع فساد با افزایش رطوبت بالا می‌رود [۳].

خرما با رطوبت کمتر از ۲۳ درصد از لحاظ فساد میکروبی نسبتاً پایدار است و با افزایش رطوبت، حساسیت آن نسبت به فساد به شدت بالا می‌رود [۳ و ۴].

خرمای مضافتی را می‌توان یکی از خوش‌طعم‌ترین و دلچسب‌ترین انواع خرمای جهان دانست. به ویژه آن که به صورت رطب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این خرما که رنگ مشکی جذابی دارد، بسته به زمان برداشت و محل کاشت آن دارای رطوبتی بین ۱۵ الی ۳۵ درصد است [۵]. به سبب همین رطوبت بالا، عمدهٔ مشکلات خرمای مضافتی، بیشتر مربوط به عدم فراوری و نگهداری نامناسب آن است که در اغلب موارد در بازارهای مصرف داخلی و خارجی، دچار فساد می‌شود [۶].

در حال حاضر به منظور حفظ محصول خرمای مضافتی از روش ضدعفونی کردن با گاز متیل بروماید استفاده می‌شود؛ کاربرد این روش به علت سمیت و خطرهای زیست محیطی ممکن است حداکثر تا سال ۲۰۱۰ ادامه یابد: در نتیجه جایگزین کردن روشی مناسب ضروری می‌باشد [۴ و ۷].

بر اساس پژوهش‌های انجام شده پرتودهی را می‌توان یکی از روش‌های مؤثر برای جلوگیری از آلودگی میکروبی و آفات انباری و در نتیجه کاهش مصرف سموم دانست. هم اکنون این روش در بسیاری از کشورها بر روی محصولات غذایی مختلفی از جمله خشکبار، خرمای خشک و نیمه‌خشک بکار می‌رود [۷]. بنابر گزارش بولتن شماره ۱۰۱ فائو، خرمایی که با دزهای ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ کیلوگری پرتودهی و در شرایط استریل بسته‌بندی شده باشد، هیچگونه تغییری در ترکیبات آن ایجاد نمی‌شود [۴].

طبق اظهار منابع دیگر، پرتودهی تا دز ۲/۷ کیلوگری هیچگونه تغییری در ارزش‌های غذایی مانند کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آمینه، کاروتنوئیدها و پکتین در خرما ایجاد نکرده است [۴ و ۷]. همچنین با بررسی کمی و کیفی خرما در هشت‌ماه انبارمانی، تا دز ۰/۹ کیلوگری افزایش قند مشاهده شده است [۸].

در این کار پژوهشی، خرما از نوع مضافتی با در نظر گرفتن دما و مدت نگهداری، در دزهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. اهداف پرتودهی خرمای مضافتی، شامل مشاهده و بررسی اثرهای پرتودهی بر بار میکروبی در زمان انبارمانی (شش‌ماه)، همچنین تغییرات شیمیایی احتمالی در اجزای غذایی آن، نظیر قند و رطوبت می‌باشد. این مشاهدات در نمونه‌های نگهداری شده در دماهای ثابت ۲۵°C (محیط)، ۴°C (یخچال) و ۱۸°C- (فریزر) بوده که با نمونه کنترل (پرتوندیده) مقایسه شده‌اند.

۲- روش کار

۲-۱ آماده‌سازی نمونه‌ها

خرمای مضافتی در بسته‌بندی نایلون پیچ در جعبه‌های مقوایی تقریباً نیم‌کیلویی، با نام تجاری "رطب مضافتی بم" از فروشگاه تعاونی سازمان انرژی اتمی ایران خریداری شد. خرماها در زیر میکروفلو به طریقی که دچار آلودگی ثانویه نشوند از بسته‌ها خارج و به منظور یکنواخت کردن نمونه‌ها، با هم مخلوط و در کیسه‌های نایلونی استریل به منظور پرتودهی، دوباره بسته‌بندی شدند. برای پرتودهی نمونه‌ها از چشمه کبالت ۶۰ (Gammacell 220) استفاده شد. همچنین دزهای بکار رفته: صفر (کنترل)، ۰/۵، ۱/۰ و ۲/۵ کیلوگری بود [۹، ۱۰ و ۱۱]. پس از پرتودهی با این دزها، از هر بسته چند دانه خرما (بدون هسته و کلاهک) انتخاب و به صورت استریل پوره شد.

۲-۲ کنترل میکروبی

محیط‌های کشت مورد استفاده آب پپتونه (PW)[۱]، پلیت کانت آگار (PCA)[۲]، سابورا دکستروزآگار (SDA)[۳] بودند.

۲-۲-۱ تهیه نمونه‌ها

از هر نمونه خرما ۵ گرم توزین، سپس به محیط کشت آب پپتونه به نسبت یک به ده اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه همزده شد.

۲-۲-۲ کشت و شمارش میکروبی

پس از همزدن سوسپانسیون، برای کشت توتال از محیط PCA و برای کشت قارچ‌ها از محیط SDA با رقت‌های مختلف (10^{-1}، 10^{-2} ... و 10^{-5}) کشت Pour plate داده شد. آنتی‌بیویک بکار رفته در محیط کشت SDA، کلرامفنیکل ۰/۵ درصد بود. کشت‌های محیط PCA در دمای ۳۷°C و کشت‌های محیط SDA در دمای ۲۵°C انکوبه شدند. شمارش کلی (توتال) تا ۴۸ ساعت و شمارش قارچ‌ها (کپک‌ها و مخمرها) پس از ۷۲ ساعت انجام گرفت [۱۲ و ۱۳].

نمونه‌های کنترل شده و پرتودیدهٔ خرما جهت بررسی تغییرات میکروبی در طول مدت نگهداری (Shelf-life)، در سه دمای ۲۵°C (محیط انکوباتور)، ۴°C (یخچال) و ۱۸°C- (فریزر) نگهداری و به هنگام کشت در محیط‌های مذکور در فواصل زمانی یک ماه (تا شش ماه) مورد بررسی تغییرات میکروبی قرار گرفتند.

۲-۳ کنترل شیمیایی

نمونه‌ها دارای سه تکرار بودند، که هر یک جداگانه در ظروف پیرکس توزین و در سه دمای ۲۵°C (محیط انکوباتور)، ۴°C (یخچال) و ۱۸°C- (فریزر) به مدت شش ماه نگهداری شدند.

۲-۳-۱ میزان رطوبت خرما

میزان رطوبت خرما با استفاده از آون خلاء در حرارت ۶۰ تا ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد و فشار کمتر از ۵۰ میلی‌متر جیوه (۲۵ میلی‌متر جیوه مناسب است) آنالیز گردید [۱۴].

۲-۳-۲ میزان قند خرما

در این آزمایش از روش Somogi-Nelson استفاده گردید [۱۵، ۱۶ و ۱۷]. بدین‌ترتیب که پس از تهیه معرف‌های لازم (مس و نلسون)، اسید سولفوریک به محلول قند تهیه شده از نمونه، اضافه و در حمام آبجوش به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده شد و پس از سرد شدن محلول حاصل، محلول NaOH (سود) اضافه، با آب مقطر حجم آن به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس به یک میلی‌لیتر از محلول فوق معرف مس اضافه گردید و نمونه مزبور در حمام آبجوش قرار داده، پس از سرد کردن، حجم آن به وسیله معرف نلسون و آب مقطر به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده و چگالی نوری محلول قند به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در ۵۲۰ نانومتر تعیین شد.

قابل ذکر است که همراه با این نمونه‌ها، محلول گلوکز استاندارد در رقت‌های ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱/۰ میلی‌لیتر تهیه و با نمونه‌های مزبور، چگالی نوری مقایسه و قرائت شد [۱۸].

۳- یافته‌ها و بحث

۳-۱ کنترل میکروبی

بیش از ۹۰٪ کلنی‌های مشاهده شده در هر دو نوع محیط کشت آگار از خانوادهٔ قارچ‌ها، عمدتاً کپک‌ها و بعد مخمرها بودند. برای محاسبهٔ کلی کلنی‌ها و قارچ‌ها علاوه بر رقت‌های مختلف از نمونه‌ها، میانگین تعداد دفعات تکرار در نظر گرفته شد. انحراف معیار نیز محاسبه و در جدول‌های مربوطه منظور گردید.

جدول ۱ نشان‌دهنده محتوای میکروبی نمونه‌های خرما در دمای ۲۵°C (محیط) به مدت پنج ماه می‌باشد. طی شمارش کلی و قارچ‌ها (کپک‌ها و مخمرها) در ماه اول در نمونهٔ کنترل و ۰/۵ کیلوگری مقدار متنابهی آلودگی دیده شد. نمونه‌های مشابه در ماه دوم باستثنای نمونه کنترل، فاقد آلودگی قابل توجهی بودند.

از آنجایی که کپک‌ها و مخمرها نسبت به تغییرات محیطی مقاوم‌تر بودند، کاهش آنها با ریتمی ملایم صورت گرفته است. این کاهش در تعداد میکروارگانیزم‌ها ممکن است به دلیل خشکی بیش از حد خرما و نبود آب و رطوبت باشد. زیرا رطوبت یکی از عوامل مهم در رشد و پایداری میکروارگانیزم‌ها به ویژه قارچ‌ها می‌باشد [۳].

جدول ۲ شمارش کلی و شمارش کپک‌ها و مخمرها در نمونه‌های نگهداری شده در یخچال (۴°C) را طی شش ماه نشان می‌دهد. ماه شروع در واقع زمانی است که نمونهٔ خرما پس از خریداری تا مرحلهٔ آزمایش در یخچال نگهداری شده است. بطور کلی تا آخرین مراحل آزمایش در نمونه‌های کنترل و ۰/۵ کیلوگری آلودگی میکروبی مشاهده شد. شمارش‌ها بیانگر کاهش تدریجی در هر دو محیط کشت بود. این کاهش آرام، دقیقاً اثبات‌کننده همین موضوع است که وجود رطوبت در پایداری محتوای میکروبی مخصوصاً کپک‌ها و مخمرها نقش اساسی دارد. در حالی که نمونه‌های پرتودیده از الگوی منظم کاهش پیروی می‌کرد، در ماه پنجم افزایش میکروبی در نمونه کنترل دیده شد. این افزایش قابل توجیه نیست اما ممکن است ناشی از آلودگی ثانویه نمونهٔ کنترل در حین جابجایی و آزمایش باشد.

جدول ۳ که مربوط به نمونه‌های نگهداری شده در فریزر به مدت پنج ماه می‌باشد، در مقایسهٔ با جدول‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهد که نمونه‌های خرما در دمای ۱۸°C- با رشد سریع میکروارگانیزم‌ها در دو محیط کشت همراه بوده است. این

جدول ۱- شمارش کلی و قارچ (کپک و مخمر) در دزهای ذکر شده طی پنج ماه نگهداری خرمای مضافتی در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد).

a) شمارش تعداد کلنی‌های موجود در محیط PCA، **b)** شمارش تعداد کپک و مخمر در محیط SDA.

(a) **شمارش کلی کلنی (CFU)**

دز (kGy)	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
۰	(۹/۰±۰/۳*)×۱۰^۲	(۴/۴±۰/۳)×۱۰^۲	–	–	–
۰/۵	(۸/۹±۰/۴)×۱۰^۲	–	–	–	–
۱/۰	–	–	–	–	–
۲/۵	–	–	–	–	–

(b) **شمارش کپک و مخمر**

دز (kGy)	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
۰	(۸/۵±۰/۷*)×۱۰^۲	(۳/۰۰±۰/۰۷)×۱۰^۲	۵۰±۱	(۱/۰±۰/۰۲)×۱۰^۲	۲۰±۱
۰/۵	(۱/۹±۰/۱)×۱۰^۲	(۱/۲۰±۰/۰۷)×۱۰^۲	۴۰±۱	۲۰±۱	–
۱/۰	۷۰±۱	۳۰±۱	۱۰±۱	۱۰±۱	–
۲/۵	–	–	–	–	–

* نشان‌دهنده انحراف معیار می‌باشد.

جدول ۲- شمارش کلی و قارچ (کپک و مخمر) در دزهای ذکر شده طی شش ماه نگهداری خرمای مضافتی در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد).

a) شمارش تعداد کلنی‌های موجود در محیط PCA، **b)** شمارش تعداد کپک و مخمر در محیط SDA.

(a) **شمارش کلی کلنی (CFU)**

دز (kGy)	ماه شروع	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
۰	(۲/۴۰±۰/۰۷*)×۱۰^۳	(۲/۰۰±۰/۰۷)×۱۰^۳	(۹/۱±۰/۷)×۱۰^۲	(۶/۳±۰/۴)×۱۰^۲	(۶/۲±۰/۱)×۱۰^۲	(۵/۹±۰/۱)×۱۰^۲
۰/۵	(۱/۲۰±۰/۰۷)×۱۰^۳	(۵/۴±۰/۸)×۱۰^۲	(۵/۰±۰/۱)×۱۰^۲	(۴/۹۰±۰/۰۷)×۱۰^۲	(۴/۶۰±۰/۰۳)×۱۰^۲	(۳/۸۰±۰/۰۷)×۱۰^۲
۱/۰	–	–	–	–	–	–
۲/۵	–	–	–	–	–	–

(b) **شمارش کپک و مخمر**

دز (kGy)	ماه شروع	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
۰	(۱/۲۰±۰/۰۷*)×۱۰^۳	(۲/۰۰±۰/۰۷)×۱۰^۳	(۵/۲۰±۰/۰۷)×۱۰^۳	(۳/۷۰±۰/۰۷)×۱۰^۲	(۳/۶±۰/۳)×۱۰^۲	(۴/۰۰±۰/۰۷)×۱۰^۲
۰/۵	(۱/۱۰±۰/۰۷)×۱۰^۳	(۳/۹۰±۰/۰۱)×۱۰^۲	(۳/۶۰±۰/۰۱)×۱۰^۲	(۳/۶±۰/۲)×۱۰^۲	(۳/۶±۰/۱)×۱۰^۲	(۳/۰±۰/۲)×۱۰^۲
۱/۰	(۱/۳±۰/۳)×۱۰^۲	(۱/۴۰±۰/۰۷)×۱۰^۲	۹۰±۸	۸۰±۱	۶۰±۳	–
۲/۵	۷۰±۱	–	–	–	–	–

* نشان‌دهنده انحراف معیار می‌باشد.

جدول ۳- شمارش کلی و قارچ (کپک و مخمر) در دزهای ذکر شده طی پنج ماه نگهداری در فریزر دمای (۱۸- درجه سانتی‌گراد).

a) شمارش تعداد کلنی‌های موجود در محیط PCA، **b)** شمارش تعداد کپک و مخمر در محیط SDA.

(a) **شمارش کلی کلنی (CFU)**

دز (kGy)	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
۰	(۴/۳۰±۰/۰۷*)×۱۰^۲	(۶/۰۰±۰/۰۷)×۱۰^۲	(۷/۲±۰/۹)×۱۰^۲	(۱/۱۰±۰/۰۶)×۱۰^۳	(۱/۳۰±۰/۰۸)×۱۰^۳
۰/۵	(۲/۷±۰/۴)×۱۰^۲	(۲/۷±۰/۲)×۱۰^۲	(۲/۹۰±۰/۰۷)×۱۰^۲	(۲/۹±۰/۱)×۱۰^۲	(۳/۵±۰/۲)×۱۰^۲
۱/۰	–	–	–	–	–
۲/۵	–	–	–	–	–

(b) **شمارش کپک و مخمر**

دز (kGy)	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
۰	(۳/۳±۰/۱*)×۱۰^۲	(۴/۰۰±۰/۰۸)×۱۰^۲	(۵/۱±۰/۳)×۱۰^۲	(۷/۴±۰/۸)×۱۰^۲	(۸/۵±۰/۵)×۱۰^۲
۰/۵	(۱/۹۰±۰/۰۳)×۱۰^۲	(۲/۰±۰/۱)×۱۰^۲	(۲/۱۰±۰/۰۲)×۱۰^۲	(۲/۲۰±۰/۰۷)×۱۰^۲	(۳/۹±۰/۱)×۱۰^۲
۱/۰	۹۰±۷	(۱/۰۰±۰/۰۷)×۱۰^۲	(۱/۱۰±۰/۰۴)×۱۰^۲	(۱/۲±۰/۱)×۱۰^۲	–
۲/۵	۱۰±۱	۱۰±۱	–	–	–

* نشان‌دهنده انحراف معیار می‌باشد.

افزایش ممکن است مربوط به میکروارگانیزم‌های سرمادوست بوده که طی ماه‌های متمادی به خوبی با شرایط سازگاری داشته‌اند. در نمونه کنترل، میانگین شمارش کلی از ۴۳۰ به ۱۳۰۰ واحد ایجاد کلنی (cfu)[۴] رسید که رشد قابل توجهی بود. به علاوه در نمونه ۰/۵ کیلوگری از ماه سوم نیز افزایش تدریجی میکروارگانیزم‌ها مشاهده شد. مشابه همین الگو برای کپک‌ها و مخمرها در نمونه‌های کنترل، ۰/۵ و ۱/۰ کیلوگری با ریتمی ملایم‌تر صورت گرفت. حتی در نمونهٔ ۲/۵ کیلوگری در ماه اول و دوم کمی آلودگی دیده شد. بنابراین با توجه به اصل مورد اشاره، رطوبت نه فقط در جهت پایداری میکروبی است بلکه باعث افزایش آن نیز می‌گردد.

۳-۲ کنترل شیمیایی

هدف از بررسی کنترل شیمیایی خرما، افزایش زمان نگهداری، کاهش میزان ضایعات و حفظ کیفیت و مرغوبیت مواد مغذی آن است.

جدول‌های ۴ تا ۶ میزان رطوبت همراه با انحراف معیار مربوط به آن را نشان می‌دهند که میزان رطوبت، طی مدت انبارمانی در دمای محیط نسبت به دمای یخچال و فریزر کاهش یافته است. قابل ذکر است که کاهش رطوبت نمونه‌های نگهداری شده در دمای یخچال و فریزر به شدت کاهش رطوبت مشاهده شده در دمای محیط نمی‌باشد [۱۲].

با توجه به جدول‌های ۷ تا ۹ میزان قند نمونه‌های خرما (کنترل و پرتودیده) در دمای یخچال از شرایط مطلوبی نسبت به دمای محیط و فریزر برخوردار بودند.

جدول ۴- درصد تغییرات رطوبت خرمای مضافتی طی شش ماه نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد.

دز (kGy)	زمان شروع	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
کنترل	۲۴±۰/۲	۱۸/۸±۰/۸	۱۸/۶±۰/۲	۱۶/۸±۰/۵	۱۴/۷±۰/۵	۱۳/۴±۰/۳
۰/۵	۲۳/۶±۰/۸	۲۰/۶±۰/۷	۱۸/۷±۰/۷	۱۷/۹±۰/۲	۱۶/۲±۰/۲	۱۵/۰±۰/۹
۱/۰	۲۳/۸±۰/۳	۲۰/۱±۰/۳	۱۷/۷±۰/۵	۱۷/۶±۰/۶	۱۶/۱±۰/۲	۱۵/۴±۰/۵
۲/۵	۲۴/۹±۰/۴	۱۹/۸±۰/۴	۱۸/۶±۰/۵	۱۷/۵±۰/۴	۱۷/۷±۰/۷	۱۵/۷±۰/۳

جدول ۵- درصد تغییرات رطوبت خرمای مضافتی طی شش ماه نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد.

دز (kGy)	زمان شروع	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
کنترل	۲۴±۰/۲	۲۰/۸±۰/۷	۱۸/۹±۰/۴	۱۷/۵±۱/۳	۱۶/۵±۰/۷	۱۴/۸±۰/۷
۰/۵	۲۳/۶±۰/۸	۲۱/۶±۱/۹	۲۱/۷±۱/۹	۲۰/۹±۰/۷	۱۹/۱±۰/۷	۱۸/۳±۰/۲
۱/۰	۲۳/۸±۰/۳	۲۱/۵±۱/۲	۲۱/۳±۱/۸	۲۰/۳±۰/۴	۱۸/۱±۰/۶	۱۷/۶±۰/۹
۲/۵	۲۴/۹±۰/۴	۱۹/۶±۰/۴	۱۹/۸±۰/۴	۱۸/۷±۰/۹	۱۷/۵±۰/۴	۱۸/۵±۰/۴

جدول ۶- درصد تغییرات رطوبت خرمای مضافتی طی شش ماه نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد.

دز (kGy)	زمان شروع	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
کنترل	۲۴±۰/۲	۲۱/۴±۰/۷	۲۱/۸±۱/۰	۱۹/۵±۰/۶	۱۹/۱±۰/۴	۱۸/۳±۱/۲
۰/۵	۲۳/۶±۰/۸	۲۱/۳±۰/۶	۲۱/۴±۱/۲	۱۹/۷±۱/۶	۲۰/۷±۰/۷	۲۰/۱±۰/۴
۱/۰	۲۳/۸±۰/۳	۲۱/۳±۰/۵	۲۱/۲±۰/۲	۲۰/۷±۰/۶	۲۱/۷±۰/۷	۲۱/۱±۰/۹
۲/۵	۲۴/۹±۰/۴	۲۰/۹±۰/۵	۲۰/۵±۰/۶	۲۱/۱±۰/۴	۲۰/۷±۰/۷	۲۱/۱±۰/۳

جدول ۷- درصد تغییرات قند خرمای مضافتی طی شش ماه نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد.

دز (kGy)	زمان شروع	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
کنترل	۶۲/۴±۰/۶	۶۴/۲±۰/۴	۶۴/۱±۰/۹	۶۵/۱±۰/۱	۶۶/۵±۰/۶	۶۹/۱±۰/۳
۰/۵	۶۱/۳±۰/۳	۶۱/۰±۰/۷	۶۳/۰±۰/۲	۶۳/۸±۰/۶	۶۵/۶±۰/۵	۶۶/۱±۰/۱
۱/۰	۶۱/۹±۰/۹	۶۱/۸±۰/۸	۶۳/۲±۰/۶	۶۴/۴±۰/۵	۶۵/۵±۰/۲	۶۶/۵±۰/۶
۲/۵	۶۳/۱±۰/۳	۶۲/۷±۰/۶	۶۳/۴±۰/۷	۶۵/۳±۰/۲	۶۷/۱±۰/۹	۶۷/۱±۰/۳

جدول ۸- درصد تغییرات قند خرمای مضافتی طی شش ماه نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد.

دز (kGy)	زمان شروع	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
کنترل	۶۲/۴±۰/۶	۶۳/۱±۰/۲	۶۴/۱±۰/۶	۶۵/۳±۰/۵	۶۷/۱±۰/۳	۶۸/۱±۰/۳
۰/۵	۶۱/۳±۰/۳	۶۱/۵±۰/۴	۶۱/۸±۰/۸	۶۳/۱±۰/۸	۶۳/۱±۰/۸	۶۴/۱±۰/۳
۱/۰	۶۱/۹±۰/۹	۶۲/۲±۰/۱	۶۲/۲±۰/۳	۶۴/۹±۰/۵	۶۴/۱±۰/۸	۶۵/۱±۰/۹
۲/۵	۶۳/۱±۰/۳	۶۳/۳±۰/۴	۶۴/۱±۰/۳	۶۴/۳±۰/۴	۶۵/۱±۰/۳	۶۶/۱±۰/۴

جدول ۹- درصد تغییرات قند خرمای مضافتی طی شش ماه نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد.

دز (kGy)	زمان شروع	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم
کنترل	۶۲/۴±۰/۶	۶۲/۷±۰/۷	۶۳/۲±۱/۴	۶۴/۱±۰/۲	۶۴/۳±۰/۴	۶۴/۸±۰/۴
۰/۵	۶۱/۳±۰/۳	۶۱/۶±۰/۷	۶۱/۶±۰/۲	۶۱/۵±۰/۳	۶۲/۳±۰/۴	۶۲/۵±۰/۲
۱/۰	۶۱/۹±۰/۹	۶۱/۴±۰/۵	۶۰/۷±۰/۹	۶۲/۳±۰/۸	۶۱/۹±۰/۳	۶۲/۴±۰/۸
۲/۵	۶۳/۱±۰/۳	۶۳/۶±۰/۸	۶۳/۷±۰/۴	۶۳/۲±۱/۲	۶۳/۸±۰/۹	۶۳/۷±۰/۴

۴- نتیجه‌گیری

از بررسی و مقایسهٔ نمونه‌های آزمایش شده چنین نتیجه می‌شود که نمونه‌های محیطی (۲۵°C) شامل کنترل و پرتودیده از آلودگی میکروبی کمتری نسبت به نمونه‌های یخچالی و فریزری به ترتیب در دماهای ۴°C و ۱۸°C- برخوردار بودند، زیرا میکرواورگانیزم‌ها، بویژه قارچ‌ها در محیط مرطوب رشد کرده و برای ادامه حیات نیاز به رطوبت دارند. از طرفی دیگر، نگهداری خرما در دمای محیط باعث کاهش میکروارگانیزم‌ها می‌گردد اما با مرور زمان، نمونه‌ها خشک و بی‌آب می‌شوند و این ممکن است برای مصرف‌کننده مطلوب نباشد.

همچنین با توجه به جدول‌های ۴ تا ۹ نتایج حاصل نشان می‌دهند که دزهای ذکر شده قادرند تا حدود زیادی از بروز تغییرات شیمیایی (قند، رطوبت ...) جلوگیری بعمل آورند. اگر نمونه‌ها پس از پرتودهی با میزان دز ۰/۵ تا ۱/۰ کیلوگری در دمای ۴°C نگهداری شوند، به افزایش زمان نگهداری کمک مؤثری می‌نماید.

بنابراین با توجه به نتایج حاصل از جدول‌های ۱ تا ۳ مربوط به کنترل میکروبی و جدول‌های ۴ تا ۹ مربوط به کنترل شیمیایی، پیشنهاد می‌گردد که خرما معادل ۰/۵ کیلوگری پرتودیده و بیش از سه ماه در محیط نگهداری نشود. اگر مصرف‌کننده مایل به نگهداری خرما در یخچال می‌باشد، توصیه می‌شود که از خرمای پرتودیده حداکثر تا دز ۱/۰ کیلوگری استفاده کند. همچنین با توجه به جدول ۳ و افزایش آلودگی میکروبی، نگهداری خرما در فریزر مخصوصاً به مدت طولانی به هیچ وجه پیشنهاد نمی‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از جناب آقای دکتر مصطفی سهرابپور، ریاست محترم مرکز تابش گاما، جناب آقای دکتر منوچهر قوجایی، سرپرست محترم بخش پرتودهی مواد غذایی و جناب آقای علی اکبر سمیعی‌فرد و جناب آقای مسعود رحیمیان که ما را در انجام این طرح یاری نمودند تشکر و سپاسگزاری می‌نماییم.

پی‌نوشت‌ها:

۱- PW: Peptone Water

۲- PCA: Plate Count Agar

۳- SDA: Sabouraud Dextrose Ager

۴- CFU: Colony Forming Unit

References:

1. ا. عبدالهی، "صادرات خرما، موانع و راهکارها،" نشریه زیتون، شماره **۱۴۴**، صفحات: ۵۷-۵۲ (۵ شهریور ۱۳۷۹).

2. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، "آیین کار تهیه خرما از برداشت محصول تا بسته‌بندی،" شماره استاندارد ایران ۲۳۸۱، (تیرماه ۱۳۶۳).

3. س. یراقی، "خرما میوه بهشتی،" نشریه سروش بانوان، شماره ۱۷، صفحات: ۴۳-۴۲ (آذرماه ۱۳۸۰).

4. W.H. Barreveld, "In: Date palm production," FAO of the UN. Rome, Italy, 30-32 (1993).

5. www.bornaco.com/ir/product "دلچسب‌ترین خرمای جهان،" (۱۳ جولای ۲۰۰۵).

6. Z. Zare, M. Sohrabpour, T.Z. Fazeli, K.G. Kohan, "Evaluation of Invertase (B-fructo furanosidase) Irradiated Mazafaty Dates during Storage," Radiation Physics and Chemistry, **65**, 289-291 (2002).

7. م. لطیفیان، "استفاده از پرتودهی در مبارزه با آفات انباری خرما،" نشریه کشاورزی و صنعت، شماره ۵۰، صفحات: ۲۴-۲۲ (مرداد و شهریور ۱۳۸۲).

8. Khalid Azelmat, Driss ElGarrouj, Mohammed Mouhib and Fouad Sayah, "Irradiation of 'Boufeggous' date: Effect on Chemical Composition During storage," Postharvest Biology and Technology, 39 (Issue2): 217-222 (2006).

9. Codex Alimentarius, First Edition, Rome, Italy, Volume XV: 10 (1984).

10. Food Irradiation Newsletter, Supplement: 19 (1995).

11. Food and Environmental Protection Newsletter, Supplement, 1(2): 6 (1998).

12. Z. Zare, M. Sayhoon, V. Maghsoudi, "Irradiation Disinfestation and Decontamination of Iranian Dates During Storage," Proc. Natl. Food Conver. Tech. Cong. Tehran University (1989).

13. Z. Zare, M. Sayhoon, V. Maghsoudi, "Irradiation Disinfestation and Decontamination of Iranian Dates and Pistachio Nuts," Radiation Physics and Chemistry, Beijing, China, July-September. 42 (1-3): 301-305 (1993).

14. R. Lees, "Food Analysis: analytical and quality control methods for the food manufacturer and buyer," 3th edition. Leonard Hill Books published, London, UK: 121 (1975).

15. C.S. James, (a), "Analytical chemistry of foods," Published by Blackie Academic and Professional, Imprinted of Chapman & Hall, London, UK: 37-38, 73 (1995).

16. C.S. James, (b), "Analytical chemistry of foods," Published by Blackie Academic and Professional, Imprinted of Chapman & Hall, London, UK: 53-59 (1995).

17. D.S. Miller, "Food chemistry, a laboratory manual," Published by John Wiley & Sons, New York, USA. 14-17 (1998).

18. H. Auda and K. Nasser Lena, "Chemical studies on the influence of a combined process of heat and irradiation on carbohydrates, proteins and amino acids of dates," Proc. Symp. Clobmo. IAEA-SM-250/12: 152-171 (1981).