مجموعه مقالات
چهارمین همایش ملی کاربرد فناوری هسته‌ای در علوم کشاورزی و منابع طبیعی
(۲۹-۳۰ اردیبهشت، ۱۳۹٤، پژوهشکده کشاورزی هسته ای)
The 4th National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural & Natural Resource Sciences (19-20 May, 2015, Nuclear Agriculture Research School)

مطالعه اثر پرتوهای الکترون بر تغییرات کمی و کیفی غده‌های سیب زمینی (رقم سانته) طی دوره انبارداری

مهرداد احمدی*، نادیا کلانتریان ، محمد بابایی، حمیدرضا ذوالفقاریه
پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کشاورزی هسته ای
mahmadi@nrcam.org

چکیده: سیب‌زمینی از مهمترین محصولات کشاورزی بوده که نگهداری آن پس از برداشت با مشکلات عمده‌ای همراه است. زمان برداشت محصول از اواسط شهریور تا پایان مهرماه می‌باشد، بنابراین ذخیره‌سازی آن برای اطمینان از وجود محصول کافی تا برداشت بعدی ضروری است. تقریباً ۳۰٪ این محصول تولیدی کشور طی چند ماه نگهداری از بین می‌رود. به این منظور، در این مطالعه اثرروش پرتوتابی جهت نگهداری سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گرفت. غده‌های رقم سانته سیب‌زمینی با دزهای ۳۰ تا ۱۵۰ گری تیمار شدند و همراه با غده‌های شاهد به مدت بیش از ۸ ماه در انبار فنی نگهداری شدند.. هر ۳۵ روز یک بار برخی پارامترهای کیفی نمونه‌های سیب‌زمینی شامل رطوبت، قند احیا، نشاسته و اسیدیته کل اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج دز ۹۰ تا ۱۲۰ گری پرتوتابی به شکل معنی‌داری (درسطح ۵٪) بیش از دیگر تیمارها تجمع قند احیا و افت رطوبت را در غده‌ها کاهش داد.

واژگان کلیدی: پرتوتابی، سیب‌زمینی، کیفیت، انبارداری.

Study of effects electron beam on quantity and quality of potato tubers (Sante cultivar) shelf life

M. Ahmadi *, N. Kalantarian, M. Babaie, H. Zolfaghari eh
Nuclear Science and Technology Research Institute, Nuclear Agriculture Research School
mahmadi@nrcam.org

Abstract: Potato is one of the main agricultural crop which its post-harvest management had some problems. The crops are harvested from September to October then; it has to be stored to ensure the adequate amount of this commodity until the next harvest. Approximately 30 % of the stored potatoes are lost at few months in the storage. In this regard of application of irradiation on preservation of potato was carried out. Sante cultivars potato tubers, were irradiated with doses of 30 to 150 Gy then stored along with the control at a technical storage for a period of 8 months. Every 35 days after harvest, some quality parameters including moisture, revive sugar, starch and total acidity were examined. According to the results in irradiated cultivar the doses of 90 to 120 Gy decreased sugar accumulation and weight losses of tubers significantly ($P \geq 0.05$).

Keywords: Irradiation, Potato, Quality, Storage.

مقدمه:

جلوگیری از ضایعات و افزایش زمان نگهداری محصولات کشاورزی یکی از موارد بسیار مهم در صنعت صنایع غذایی به شمار می‌آید. روش‌های مختلفی از جمله کنترل دما، رطوبت و استفاده از ترکیبات شیمیایی برای کنترل ضایعات بکارگرفته شده است، اما هر یک از این روش‌ها به طور کامل از بروز ضایعه و افت کیفی جلوگیری نمی‌کنند و دارای محدودیت‌هایی

هستند. از جمله راه‌های جایگزین پیشنهادی، استفاده از پرتوهای پرانرژی است که به‌کارگیری آن با موفقیت همراه بوده و کاربرد آن روز به روز گسترده‌تر می‌شود. پرتوتابی محصولات کشاورزی روشی برای افزایش انبارداری است. در این روش مواد غذایی در معرض مقادیر مشخص و کنترل شده‌ای از پرتوهای یونساز قرار می‌گیرند، در نتیجه جمعیت میکروبی و حشرات موجود در آن در تمام مراحل رشدی نابود شده، عمر انباری محصولات افزایش و کیفیت آنها حفظ می‌شود[۵].

در این مطالعه تغییرات کمی و کیفی سیب‌زمینی‌های رقم سانته پرتوتابی شده با مقادیر مختلف پرتوهای سریع الکترون و تیمار شده با دزهای مختلف طی دوره انبارداری مورد بررسی قرار گرفت تا حداقل دز مورد نیاز پرتو سریع الکترون برای کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی و نیز مقطع زمانی مناسب برای اعمال پرتوتابی غده‌ها شناسائی گردد. بدیهی است چنانچه این روش بتواند علاوه برکنترل جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی، کیفیت غده‌ها را نیز در سطح مطلوب حفظ نماید، استفاده از این راه برای تولید محصولات فرآوری شده با کیفیت بهتر و نیز صادرات این محصول بصورت خام یا فرآوری شده با کیفیت بالا، یکنواخت و با حداقل نگهدارنده‌های شیمیایی هموار می‌نماید [۳].

مواد و روش‌ها:

غده‌های رقم سانته سیب‌زمینی پس از تمیز شدن از مواد زاید، با پرتوهای الکترونی پرتوتابی شدند. دزهای مورد نظر برای پرتوتابی غده‌ها ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ گری و دز صفر به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. غده‌ها در یک انبار فنی با دمای ۰/۵± ۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی۹۴-۸۹ ٪ نگهداری شدند. از زمان برداشت تا یک سال، هر۳۵ روز یکبار درصد رطوبت (به روش گرمخانه)، قند احیا (به روش دی نیتروفنیل)، درصد غده‌های جوانه زده (به روش شمارش مستقیم)، نشاسته (به روش پلاریمتری)، و اسیدیته کل (به روش تیتراسیون با سود ۰.۱٪ نرمال) نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از پایان آزمایش‌ها، اثر تیمارهای مختلف روی خواص رقم سانته سیب‌زمینی توسط طرح بلوک های کامل تصادفی در قالب آزمایش اسپیلت‌پلات، در سطح ۵٪ بررسی شد. در تجزیه آماری داده‌ها از نرم افزار Excel و MSTAT-C استفاده گردید.

الف) اندازه‌گیری رطوبت با روش گرمخانه (افت وزنی): اختلاف وزن در هر ماه نسبت به ماه قبل از آن محاسبه و سپس افت وزنی نمونه‌ها محاسبه گردید. در این روش از حرارت ۷۰ درجه سلسیوس همراه با خلاء برای تسریع کار و پیشگیری از مضرات حاصل از دمای زیاد استفاده شد. ابتدا ظرف کوچک فلزی دردار را در خشک‌کن مجهز به پمپ خلاء (حداکثر فشار ۲۵ میلی‌متر جیوه) خشک کرده، سپس آن را در دسیکاتور حاوی اکسیدکلسیم سرد کرده و همراه سرپوش دقیقاً وزن شد. درجه حرارت داخلی خشک‌کن به وسیله ترمومتری که در داخل آن تعبیه شده است، قابل اندازه‌گیری می-باشد. یک شیشه حاوی اسید سولفوریک غلیظ بر سر راه عبور هوا قرار دارد تا هنگام شکستن خلاء هوای خشک وارد دستگاه شود. ۲ گرم از نمونه را در ظرف ریخته، سرپوش آن را گذاشته و به دقت وزن می‌کنیم. درب ظرف را نیمه باز گذاشته به طوری که بخار به راحتی از آن خارج شود، سپس ظرف را به مدت ۵ ساعت در خشک‌کن مجهز به خلاء با فشار ۲۵ میلی‌متر جیوه و دمای ۷۵- ۸۰ درجه سلسیوس قرار دادیم. پس از پایان این مدت خلاء را شکسته سرپوش را گذاشته و در دسیکاتور سرد قرار داده می شود. پس از وزن کردن، از فرمول زیر جهت محاسبه درصد افت وزنی استفاده شد [۱] و [۲]:

درصد افت وزنی= وزن نمونه پس از خشک کردن – وزن نمونه پیش از خشک کردن/ وزن نمونه پیش از خشک کردن×۱۰۰

ب) اندازه‌گیری درصد قند احیا با استفاده از روش شیمیایی دی نیتروفنیل: جهت تهیه عصاره سیب‌زمینی نمونه آماده شده سیب‌زمینی که در آون خشک شده بود توسط آسیاب به آرد تبدیل شد. ۵/۶۷۵ گرم آرد سیب‌زمینی در ارلن ۱۰۰ یا ۱۲۵ میلی‌لیتر ریخته شد. ارلن باید طوری کج نگه داشته شود که کلیه آردها در یک گوشه جمع شود. سپس ۵ میلی‌لیتر الکل به آرد اضافه شد. آرد کاملاً مرطوب می‌گردد. ۵۰ میلی‌لیتر محلول بافراستات (۶ میلی‌لیتر اسیداستیک، ۸/۲ گرم استات‌سدیم بدون آب و ۹ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ با آب مقطر به حجم ۲ لیتر می‌رسانیم) به ارلن اضافه شد به طوری که با آرد مرطوب شده تماس حاصل نکند. ظرف را در دستگاه شیکر قرار داده تا به صورت سوسپانسیون درآید و سپس بلافاصله ۲ میلی‌لیتر تنگستات‌سدیم (۲۴ گرم تنگستات‌سدیم در یک ارلن ۲۰۰ میلی‌لیتری ریخته و سپس با آب مقطر به حجم فوق می-رسانیم) به آن اضافه شد و بعد با سوسپانسیون به دست آمده مخلوط شد و از کاغذ صافی شماره ۴۰ (واتمن) عبور داده شد و چند قطره اول از قیف دور ریخته شد.

جهت تعیین میزان قند ۵ میلی‌لیتر عصاره آرد در یک ارلن ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته شد. ۱۰ میلی‌لیتر محلول فری سیانورسدیم روی آن ریخته شد و کاملاً مخلوط گردید. سپس ارلن را وارد آب در حال جوش کرده به طوری که ۳ تا ۴ سانتی‌متر زیر سطح آب باشد. بعد از ۲۰ دقیقه زیر آب سرد می‌شود. سپس ۲۵ میلی‌لیتر محلول نمک اسیداستیک (۴۰۰ میلی‌لیتر اسیداستیک با ۱۴۰ گرم کلرورپتاسیم و ۸۰ گرم سولفات‌روی دارای ۷ مولکول آب مخلوط کرده به حجم نهایی ۱ لیتر می‌رسانیم) افزوده شد و مخلوط کرده و ۱ میلی‌لیتر نشاسته در یدورپتاسیم را به آن اضافه نموده و مخلوط حاصل با تیوسولفات ۰/۱ نرمال (۲۴/۸۲ گرم تیوسولفات‌سدیم با ۳/۸ گرم بورات‌سدیم مخلوط و به حجم ۱۰۰۰ لیتر رسانیده شد) تیتر گردید تا رنگ آبی کاملاً از بین رفت. مقدار تیوسولفات مصرفی از عدد ۱۰ کم گردید که این اختلاف میلی‌گرم قند احیا کننده را در آرد نشان می‌دهد [۱] و [۲].

ج) اندازه گیری نشاسته با استفاده از روش پلاریمتری: به محلول ۲۳ درصد کلرورکلسیم $CaCl_2, 6H_2O$ چند قطره فنل‌فتالیین افزوده و آنقدر از محلول سود ۰/۱ نرمال به آن اضافه می‌کنیم که رنگ صورتی روشن ایجاد شود (محلول کمی قلیایی شود). ۲ تا ۲/۵ گرم از نمونه را در یک لوله‌دردار سانتریفوژ به ظرفیت ۵۰ سانتی‌متر مکعب وزن کرده ابتدا آنرا با اتر شستشو داده تا چربی آن برطرف شود و سپس ۱۰ سانتی‌متر مکعب الکل ۶۵ درصد به آن اضافه کرده و به هم می‌زنیم و با سانتریفوژ کردن قسمت الکلی را جدا می‌کنیم. عمل شستشو با الکل را چند بار تکرار می‌کنیم تا مجموعاً ۶۰ سانتی‌متر مکعب الکل مصرف شود. به باقی مانده ۱۰ سانتی‌متر مکعب آب اضافه کرده و آن را به یک ارلن مایر ۲۰۰ تا ۲۵۰ سانتی‌متر مکعب می‌ریزیم. لوله سانتریفوژ را با ۶۰ سانتی‌متر مکعب کلرورکلسیم که حاوی ۲ سانتی‌متر مکعب اسیداستیک ۰/۸ درصد است شسته و به ارلن مایر منتقل می‌کنیم محلول را روی شعله گاز حرارت داده و به جوش می‌آوریم و گهگاهی آن را به هم می-زنیم. مدت ۱۵ تا ۱۷ دقیقه آن را جوشانده و احتیاط می‌کنیم که محلول کف نکند و یا سر نرود. ذرات مواد را به وسیله هم‌زن از دیواره ارلن مایر به داخل می‌ریزیم. مواد را به سرعت در زیر جریان آب سرد کرده و آن را در یک بالن حجمی ۱۰۰ سانتی‌متر مکعبی ریخته و ارلن را به وسیله محلول کلرورکلسیم شستشو و به بالن اضافه می‌کنیم. در نهایت حجم محلول بوسیله

کلر ورکلسیم به ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب می‌رسد. برای جلوگیری از کف کردن در موقع تنظیم حجم محلول یک قطره الکل به آن اضافه می‌کنیم. پس از مخلوط کردن با ۱۰ سانتی‌متر مکعب از محلول کاغذ صافی واتمن را مرطوب کرده و می‌گذاریم محلول کاملاً از آن عبور نماید. از قسمت صاف شده اولیه صرف نظر کرده و باقی‌مانده محلول را بوسیله همین کاغذ صافی صاف می‌نماییم. انحراف نور محلول جمع‌آوری شده را با استفاده از لوله ۱۰ سانتی‌متر مکعب پلاریمتر در دستگاه قرائت می‌نماییم. مقدار درصد نشاسته از رابطه زیر محاسبه می‌گردد[۷].

$$\text{درصد نشاسته} = 100 \times A \times 100 / 1 \times 200 \times S = 50 \times A / S$$

A عبارت است از انحراف نور قرائت شده در دستگاه، S وزن نمونه، ۲۰۰ انحراف نور مخصوص برای نشاسته.

د) اندازه‌گیری اسیدیته کل به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال: ۱۰ گرم سیب‌زمینی را کاملاً له و مخلوط کرده و در داخل بالن ژوژه ریخته و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ سی‌سی رساندیم سپس مخلوط را پس از به هم‌زدن صاف کرده و در حضور معرف فنل فتالین با سود ۰/۱ نرمال تیتر شد [۷].

نتایج و بحث:

میانگین نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان قند احیای نمونه‌ها، اسیدیته کل، نشاسته و رطوبت برای تیمارها در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. همانگونه که این نتایج نشان می‌دهد دزهای پرتوتابی روی سانته، اثر معنی‌داری بر میزان قند احیای تجمعی در غده‌های آزمایشی داشته است. با افزایش دز در انبار میزان تجمع قند احیا کم می‌شود. تیمارهای شاهد و ۳۰ گری پرتوتابی بیشترین و ۹۰ و ۱۲۰ کمترین میزان قند احیا را دارا بودند. استثنای قابل توجه دز ۱۵۰ پرتوتابی است که میزان قند آن حتی بیش از تیمار ۶۰ گری است. میزان قند احیا در سال اول نسبت به سال دوم بیشتر بوده است. شیرسات و همکاران (۱۹۹۴) و استیوارت (۲۰۰۱) روندی را که این مطالعه برای تغییرات قند احیا در غده‌های اشعه دیده نشان داده تائید می‌کند.

اثر متغیرهای دز پرتوتابی و دوره نگهداری بر اسیدیته کل غده‌ها معنی‌دار بود. تیمارهای شاهد و ۳۰ گری پرتوتابی کمترین و ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ گری پرتوتابی بالاترین اسیدیته کل را دارا بودند. با افزایش دز پرتوتابی مقدار اسیدیته کل افزایش یافت، هرچند دزهای ۹۰ گری و بالاتر در یک گروه آماری قرار دارند و در آنها اختلاف زیادی در میزان اسیدیته ایجاد نشد. با افزایش زمان نگهداری، از میزان اسیدیته کل در غده‌های هر تیمار کاسته شد.

نتایج نشان می‌دهد که متغیرهای دز و دوره نگهداری، اثر معنی‌داری بر میزان نشاسته غده‌های آزمایشی داشته است. دو تیمار شاهد،۳۰ گری پرتوتابی کمترین و ۹۰ و ۱۲۰ گری بالاترین میزان نشاسته را دارا بودند. به عبارت دیگر افزایش دز پرتو به کار رفته، به حفظ بیشتر محتوای نشاسته غده‌های مورد مطالعه کمک کرده است. گزارش القحطانی و همکاران (۲۰۰۰) در رابطه با افزایش حلالیت نشاسته سیب‌زمینی پس از پرتوتابی با دز ۰/۱۵ و ۰/۲ کیلوگری این نظر را تائید می‌کند.

نتایج حاکی از آن است که تیمارهای شاهد و دز ۳۰ گری بیشترین و ۱۲۰ و ۱۵۰ گری کمترین اتلاف رطوبت را نشان دادند. در انبار فنی میانگین محتوای رطوبت تیمار ۹۰ پرتوتابی با دو تیمار ۱۲۰ و ۱۵۰ گری در یک گروه آماری قرار دارند.

میلر و لورتان (۱۹۸۹) به مطالعه رابطه دز پرتو گاما و ترکیبات مغذی سیب‌زمینی واریته Jewel پرداختند. دز بکار رفته ۰/۰۵ تا ۰/۱۵ کیلوگری بود. نتایج نشان داد که میزان رطوبت، اسید اسکوربیک و کاروتنوئید محصول، در دزهای بالا، افزایش یافت. اما میزان نشاسته و سفتی بافت کاهش یافته بود. تیامین و ریبوفلاوین تغییری نداشت. میزان قند در غده‌های پرتوتابی شده در دز ۰/۱ ، بالاتر از سایر دزها بود.

نتیجه‌گیری نهایی:

جمع‌بندی نتایج حاصل از اجرای این مطالعه نشان می‌دهد که روش پرتوتابی، روشی کاملاً مناسب برای افزایش عمر انبارداری سیب‌زمینی است. با در نظر گرفتن مجموعه پارامترهای موثر بر درصد قند احیای نمونه، میزان رطوبت و نشاسته و اسیدیته کل و در نظر گرفتن اصل کاهش هزینه‌های اعمال تیمار، استفاده از دز ۹۰ گری در انبار فنی، مناسب‌ترین نتیجه را دارد.

جدول(۱). مقایسه میانگین اثر دز بر شاخص‌های تغذیه‌ای سیب‌زمینی در انبارفنی

تیمار (دز)	تیمارهای آزمایشی(سال اول)					تیمارهای آزمایشی(سال دوم)				
	قند احیا	جوانه زنی	نشاسته	رطوبت	اسیدیته	قند احیا	جوانه زنی	نشاسته	رطوبت	اسیدیته
۰	۲/۹۱a	۲۷/۸۳a	۶۳/۷۶b	۷۴/۸۸b	۲۶/۷۶b	۲/۲۹a	۶۸/۲۵a	۶۴/۳۹b	۷۱/۸۵e	۲۵/۸۸b
۳۰	۲/۸۸a	۱۹/۳۳ab	۶۳/۲۳b	۷۵/۶۴ab	۲۷/۸۰b	۲/۲۶a	۶۶/۹۲a	۶۴/۷۷b	۷۲/۲۰e	۲۶/۹۱b
۶۰	۱/۲۸bc	۱۵/۸۳bc	۶۶/۱۲ab	۷۶/۰۲a	۲۸/۶۷b	۱/۷۷bc	۴۷/۴۲b	۶۸/۶۱a	۷۲/۹۶d	۲۷/۷۷b
۹۰	۱/۸۵cd	۸/۰۰c	۶۸/۱۷a	۷۶/۲۹a	۳۳/۳۸a	۱/۴۳cd	۲۹/۸۳c	۷۰/۹۷a	۷۴/۲۱c	۳۲/۴۴a
۱۲۰	۱/۷۵d	۵/۵۰c	۶۸/۹۳a	۷۶/۱۱a	۳۳/۵۵a	۱/۳۴d	۲۶/۶۷c	۷۱/۷۴a	۷۴/۹۷b	۳۲/۶۰a
	۲/۵۲ab	۵/۱۶c	۶۶/۲۷ab	۷۶/۳۰a	۳۲/۸۳a	۱/۹۷ab	۲۶/۴۲c	۶۹/۰۶a	۷۵/۶۰a	۳۱/۸۹a

جدول(۲). مقایسه میانگین اثر متقابل دز و رقم سانته بر شاخص‌های تغذیه‌ای سیب‌زمینی در انبارفنی

دز	تیمارهای آزمایشی (سال اول)					تیمارهای آزمایشی (سال دوم)				
	قند احیا	اسیدیته	جوانه زنی	نشاسته	رطوبت	قند احیا	اسیدیته	جوانه زنی	نشاسته	رطوبت
۰	۲/۳۷d	۲۹/۳۳d	۱۸/۵۰bc	۶۸/۴۵ab	۷۳/۲۸j	۱/۸۵d	۲۸/۴۲d	۶۴/۸۳b	۶۸/۸۹de	۷۲/۲۸de
۳۰	۲/۲۸d	۳۰/۵۶c	۱۳/۸۳cd	۶۸/۸۶ab	۷۴/۰۴i	۱/۷۷de	۲۹/۶۴c	۶۳/۵۰b	۷۰/۲۶cd	۷۲/۳۷de
۶۰	۱/۸۰f	۳۱/۴۹b	۹/۶۶de	۷۰/۹۸a	۷۴/۳۷h	۱/۳۷g	۳۰/۵۶b	۴۰/۱۷d	۷۳/۴۵ab	۷۲/۹۷d
۹۰	۱/۵۰g	۳۶/۵۵a	۴/۵۰e	۷۱/۵۵a	۷۴/۶۹f	۱/۴۰h	۳۵/۵۷a	۲۶/۱۷fg	۷۴/۳۶ab	۷۴/۴۹bc
۱۲۰	۱/۴۲g	۳۶/۵۷a	۳/۵۰e	۷۱/۹۲a	۷۴/۵۰g	۱/۰۷h	۳۵/۵۹a	۲۳/۸۳fg	۷۴/۷۳a	۷۵/۳۴ab
۱۵۰	۱/۹۷ef	۳۶/۱۶a	۳/۸۳e	۶۹/۰۸ab	۷۴/۶۳k	۱/۵۲fg	۳۵/۱۸a	۲۳/۱۷g	۷۱/۸۸bc	۷۵/۹۲a

مراجع:

۱.پروانه، و. ۱۳۷۱.کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

۲.حسینی، ز. ۱۳۶۹.روشهای متداول در تجزیه مواد غذایی. انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز.

۳.گودرزی، ف؛ سیدان، م و باقری، ع. ۱۳۸۲. "بررسی تأثیر وضعیت انبارهای زارعین بر ضایعات انبارداری و کیفیت سیب-زمینی در استان همدان". گزارش پژوهشی نهایی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، شماره ثبت: ۸۲/۲۴۹.

4. Al-Khahtani, H.A., Abu-Tarboush, H.M., Bjaber, A.S and El-Mojaddadi, M.A. 2000. Irradiation and storage effects on some properties of potato Starch and use of thermo luminescence for identification of irradiated tubers. American Journal of Potato Research ,77(4) : 245-259 ,53 ref.

5. Diehl , J.F. 1995. Safety of irradiated foods. 2nd edition, Marcel Dekker, new york.

6. Lu, J.Y ., Miller, P. 1989. Gamma radiation dose rate and sweet potato quality. Journal of Food Quality, 12(5):369-376,22 ref.

7. Official Methods of Analysis. 1984. 17th Edition. W. Horwits (Editor) A.O.A.C,. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.

8. Shirsat, S.G., Thomas, P and Nair, P.M. 1994. Effect of gamma irradiation and CIPC treatment on processing quality of potatoes. Journal of Food Science and Technology – India, 31(2):130-134, 17 ref.

9. Stewart, E.M. 2001. Food Irradiation Principles and Applications. R.A.Molins (Editor). Wiley Interscience, New York, NY ,USA.