

تخمین زمان ماندگاری پسته در شرایط مختلف نگهداری

ناصر صداقت^۱، علی مرتضوی^۱، مهدی نصیری محلاتی^۲ و غلامحسین داوری نژاد^۳

^۱بترتیب استادیار و استاد گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی، ^۲دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی،

^۳دانشیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوس

تاریخ دریافت: ؛ تاریخ پذیرش:

چکیده

بر اساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد فائو، ایران بزرگ‌ترین کشور تولیدکننده پسته در جهان می‌باشد. در این تحقیق پسته خام خشک وارپته اوحدی انتخاب گردید و از روش ماندگاری به روش تهیه شده (ASLT) استفاده شد. ویژگی‌های حسی پسته شامل طعم، بافت و پذیرش کلی در ۲۱، ۸ و کمتر از ۲ درصد غلظت گاز اکسیژن و دمای نگهداری ۵، ۲۰، ۳۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد در تناوب‌های زمانی ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ هفته‌ای با استفاده از طرح آماری اسپلیت پلات مورد بررسی قرار گرفتند و زمان ماندگاری پسته تحت شرایط مختلف تخمین زده شد. نتایج تحقیق نشان داد که تغییرات طعم و بافت تحت تأثیر تمامی فاکتورهای مورد بررسی (دمای نگهداری، زمان نگهداری و درصد گاز اکسیژن) معنی‌دار می‌باشد ($P < 0/05$)، اما پذیرش کلی محصول فقط تحت فاکتور زمان نگهداری معنی‌دار است ($P < 0/05$). بیشترین زمان ماندگاری برای پسته خاک خشک تحت شرایط ۵ درجه سانتی‌گراد و کمتر از ۲ درصد غلظت گاز اکسیژن بر اساس پذیرش کلی پانل‌ها به مدت ۲۸۴ روز تعیین گردید و رگرسیون خطی تابع درجه دوم بهترین به ارزش با R^2 بیشتر از ۹۸ درصد را در تمامی سطوح مختلف ۲۱، ۸ و کمتر از ۲ درصد اکسیژن برای پسته خام خشک داشته است.

واژه‌های کلیدی: زمان ماندگاری، ارزیابی حسی، پسته

مقدمه

میلاادی توسط لینه نامگذاری علمی شده است. این گیاه مقاوم به کم آبی و خشکی است و بعد از خرما مقاوم‌ترین درخت در برابر شوری می‌باشد. مناطق عمده کشت پسته در ایران رفسنجان، سیرجان، دامغان، قزوین، تبریز، تربت حیدریه، طبس، بیرجند و حومه شیراز می‌باشد (ابریشمی، ۱۳۷۳). پسته محصول کشاورزی است که به مقدار زیاد علاوه بر مصرف داخلی همه ساله به کشورهای دیگر صادر می‌شود (حسنی، ۱۹۷۷). بر اساس آخرین آمار سازمان

پسته دانه خوراکی از درخت پسته (*Pistacia vera*) است که به مقدار زیاد در مناطق گرم و خشک خاورمیانه، کشورهای مدیترانه و آمریکا کشت می‌شود (گارسیا و همکاران، ۱۹۹۲). پسته نیمه گرمسیری از خانواده آناکاردیاسه^۱ و جنس پستاسیا^۲ است که در سال ۱۷۳۷

- 1- Anacardiaca
- 2- Pistacia

تکنولوژیست‌های مواد غذایی زمان ماندگاری به عنوان مدت زمانی که محصول در شرایط مختلف نگهداری و پس از تولید و بسته‌بندی کیفیت آن مطلوب باقی می‌ماند تعریف شده است که طی این مدت محصول باید سالم بوده و ویژگی‌های حسی، فیزیکی، شیمیایی و میکروبی خود را حفظ نماید و با اطلاعات تغذیه‌ای برجسب خود مطابقت داشته باشد (IFST, 1993). در حال حاضر از روش‌های مختلفی برای تعیین زمان ماندگاری ماده غذایی نظیر روش^۲ (ASLT)، ارزیابی حسی، روش‌های دستگاهی، شیمیایی، خواص فیزیکی و آزمون‌های میکروبی استفاده می‌گردد. اوسوین (1945) اولین روش پیشگویی زمان ماندگاری با استفاده از معادله‌ای که سرعت اتلاف رطوبت را از سیگارها در انواع فیلم‌های بسته‌بندی نشان می‌داد ارائه کرد. چاری و همکارانش (1963) این روش را برای پیشگویی ماندگاری تعدادی از مواد غذایی مورد استفاده قرار دادند. محققین دیگر نیز با تحقیقات تکمیلی خود کاربرد این روش را برای سیستم‌های غذایی متداول کردند (تاوکیس و لابوزا، 1989). ارزیابی حسی به وسیله پانل‌ها با استفاده از روش مقیاس هدونیک، روش استاندارد شده‌ای است که به خوبی کیفیت ماده غذایی را مورد بررسی قرار می‌دهد در این روش زمان ماندگاری ماده غذایی با استفاده از تعیین یک نقطه انقطاع از طریق اطلاعات پذیرش محصول تصمیم‌گیری می‌شود. زمانی که درصد بیشتری از پانل‌ها قضاوت کنند که ماده غذایی به لحاظ کیفی آن طرف نقطه انقطاع^۳ قرار دارد در این وضعیت ماده غذایی به پایان زمان ماندگاری خود رسیده است (لابوزا و شمید، 1988). یافته‌های این تحقیق شامل بررسی و ارزیابی تغییرات حسی (طعم، بافت و پذیرش کلی) پسته خام خشک نگهداری شده در شرایط مختلف به منظور تعیین پارامترهای کیفی و تخمین زمان ماندگاری این محصول می‌باشد.

خواربار و کشاورزی ملل متحد فائو، در سال 2002 میلادی سطح زیر کشت و مقدار تولید پسته در جهان به ترتیب 425 هزار هکتار و 571 هزار تن بوده است و کشور ما ایران با 280 هزار هکتار سطح زیر کشت و 300 هزار تن تولید و 400 میلیون دلار درآمد ارزی رتبه اول را دارا می‌باشد (کاشانی‌نژاد، 1382). مغز پسته منبع غنی از روغن است (60-50 درصد) که حاوی اسیدهای چرب لینولنیک و لینولئیک می‌باشد و برای تغذیه انسان ضروری است. علاوه بر این روغن پسته سرشار از اسید اولئیک است (ماسکان و کاراتاس، 1998). پسته خام خشک با رطوبت 6-4 درصد بسیار پایدار می‌باشد و می‌توان آن را به مدت بیش از 12 ماه در دمای 20 درجه سانتی‌گراد بدون تغییر در کیفیت آن نگهداری نمود (کادر و همکاران، 1982). هر چند ترکیب شیمیایی پسته و خواص روغن آن توسط محققان مورد بررسی قرار گرفته است (حسینی، 1977؛ ماسکان و کاراتاس، 1998)، اما تاکنون بر روی فاکتور مؤثر بر ماندگاری و تخمین زمان ماندگاری این محصول تحقیقی انجام نشد است.

کیفیت اغلب مواد غذایی و نوشیدنی در طی ماندگاری کاهش می‌یابد، سرعت این کاهش کیفیت بستگی به نوع ماده غذایی دارد. البته استثناهایی نیز وجود دارد از جمله پنیر و ترشی‌ها که کیفیت آنها در طی ماندگاری افزایش می‌یابد. فاصله زمانی که محصول در طی نگهداری کیفیت آن افزایش می‌یابد و به مرحله رسیدگی می‌رسد تا زمانی که کیفیت آن از نظر مصرف‌کننده غیرقابل پذیرش می‌شود اصطلاحاً زمان ماندگاری^۱ نامیده می‌شود. تعیین زمان ماندگاری مواد غذایی اغلب مشکل است، در حال حاضر تعاریف مختلفی برای زمان ماندگاری ارائه شده است (رابرتسون، 1991). مثلاً مصرف‌کننده معمولاً طول زمانی را که ماده غذایی می‌تواند در منزل نگهداری شود زمان ماندگاری می‌داند. بر اساس تعریف انجمن بین‌المللی

2- Accelerated Shelf Life Testing

3- Cut-off level

1- Shelf Life

مواد و روش‌ها

نمونه پسته: برای این پژوهش پسته خام خشک واریته اوحدی (۵۰ کیلوگرم) از یک کارخانه پسته خشک‌کنی در شهر رفسنجان انتخاب گردید. رطوبت پسته‌ها در هنگام دریافت به روش استاندارد AOAC تعیین مقدار گردید که مقدار آن ۳/۸ درصد بود (AOAC، ۱۹۹۰)، نمونه‌ها به محض دریافت در کیسه‌های پلاستیکی از جنس پلی‌اتیلن سبک (LDPE) بسته‌بندی و در دمای ۱-۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

نگهداری نمونه‌ها: برای نگهداری نمونه‌ها از جار شیشه‌ای استفاده گردید به نحوی که مجموع تیمارها در سه فاکتور مورد بررسی غلظت اکسیژن (۲۱، ۸ و کمتر از ۲ درصد)، دمای نگهداری (۵، ۲۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد) و زمان نگهداری (۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ هفته) با دو تکرار بود و هر تیمار به وزن ۶۰۰ گرم پسته در یک جار قرار داده شد. کلیه جارها برای جلوگیری از تأثیر نور توسط فویل آلومینیوم پوشش داده شدند. تنظیم درصد گاز اکسیژن درون جارها با استفاده از تزریق گاز ازت و کنترل مقدار اکسیژن باقی‌مانده توسط دستگاه اکسیژن گاز آنالیزر مدل GFG انجام گردید.

ارزیابی حسی: ارزیابی حسی به دو روش استن و سیدل (۱۹۸۵) انجام شد. در عمل، ۱۰ نفر پانل از بین دانشجویان و کارمندان گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی مشهد با سنی بین ۲۰-۳۰ سال انتخاب شدند. از روش مقیاس هدونیک^۱ پنج نقطه‌ای (۱=بد، ۲=ضعیف، ۳=متوسط، ۴=خوب، ۵=بسیار خوب) برای ارزیابی حسی استفاده گردید. به هر پانلیست ۶ عدد دانه پسته از هر تیمار در ظروف مخصوص پلاستیکی شفاف بی‌رنگ که با کد سه رقمی تفکیک شده بودند در دمای اتاق داده شد. آب تازه نیز به‌منظور نوشیدن بین هر مرحله تشخیص در دسترس پانلیست‌ها قرار گرفت و از این طریق پانلیست‌ها سه فاکتور

طعم، بافت و پذیرش کلی پسته را مورد ارزیابی قرار دادند. مراحل ارزیابی بر روی کلیه تیمارها برای زمان‌های مختلف نگهداری اجرا گردید و نمره ۲/۵ (از ۵) به‌عنوان نقطه انقطاع برای پذیرش نمونه‌ها و پایان زمان ماندگاری محصول انتخاب شد.

آنالیز آماری: در این پژوهش از طرح اسپلیت پلات که دمای نگهداری پلات اصلی و فاکتوریل درصد اکسیژن و زمان پلات فرعی بود استفاده شد. داده‌های حاصل با دو تکرار به‌وسیله آنالیز واریانس چند فاکتوره^۲ به‌منظور بررسی معنی‌دار بودن اختلاف مورد مقایسه قرار گرفتند. میانگین گروه‌ها نیز توسط تست LSD با استفاده از برنامه نرم‌افزار استات گراف ۲۰۰۰ مورد مقایسه قرار گرفت و اختلاف بین میانگین نمونه‌ها زمانی که $P < 0.05$ بود گزارش گردید. پیشگویی زمان ماندگاری پسته به روش کابالا و گاکولا (۱۹۷۴) و با استفاده از نرم‌افزار سیگما پلات شش انجام شد.

نتایج و بحث

مغز پسته واریته اوحدی حاوی ۳/۱ درصد رطوبت، ۵۸/۴ درصد چربی، ۱۷/۸ درصد پروتئین، ۱۶/۴ درصد کربوهیدرات و اسیدهای چرب پالمیتیک ۱۱/۲ درصد، استئاریک ۰/۸ درصد، اولئیک ۵۹/۱ درصد، لینولئیک ۲۶/۷ درصد و لینولنیک ۰/۳ درصد می‌باشد (کمانگر و همکاران، ۱۹۷۵). تند شدن که موجب توسعه طعم‌های نامطلوب و مجر به غیرپذیرش شدن محصول توسط مصرف‌کننده می‌گردد مهمترین مشکل انواع دانه‌های روغنی در طی نگهداری است. فساد و کاهش کیفیت پست در طی نگهداری به اکسیداسیون لیپیدها نسبت داده شده است. اکسیژن مسئول اصلی در این واکنش است زیرا اکسیژن موجود در هوا با چربی‌های غیرتشبع از طریق فرایند اتواکسیداسیون واکنش می‌دهد و طی این عمل ترکیبات

2- Multifactor ANOVA

1- Hedonic Scale

پایداری خوب پسته و ماندگاری آن را در شرایط مختلف نگهداری ناشی از مقدار زیاد اسید اولئیک در ترکیبات چربی آن می‌دانیم. گارسیا و همکاران (۱۹۹۲) نشان دادند که روغن حاوی اسید اولئیک بالا (نظیر روغن پسته) از ماندگاری خوبی برخوردار بوده و این روغن‌ها از جنبه تغذیه‌ای مفید و مصرف آنها موجب کاهش غلظت کلسترول می‌شود.

بافت: بافت نیز توسط ارزیابی حسی مقیاس هدونیک تعیین گردید. آنالیز واریانس چند فاکتوره نشان داد که تغییرات بافت پسته تحت تأثیر فاکتورهای دما، زمان نگهداری و درصد اکسیژن معنی‌دار می‌باشد ($P < 0/05$). اما اثر متقابل فاکتورها معنی‌دار نبودند ($P < 0/05$). آزمون LSD از طریق آزمون MRT نیز نشان داد که در بین بعضی از تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۱). بیشترین مقدار بافت برابر ۴/۶ (از ۵) برای تیمار ۲ درصد اکسیژن، ۵ درجه سانتی‌گراد و هفته چهارم نگهداری و کمیته مقدار بافت ۲/۷ (از ۵) برای تیمار ۲۱ درصد اکسیژن، ۳۵ درجه سانتی‌گراد و هفته ۱۲ بوده است. (اطلاعات نشان داده نشده است).

پذیرش کلی

پذیرش کلی نیز به روش ارزیابی حسی با مقیاس هدونیک تعیین گردید. آنالیز واریانس چند فاکتوره نشان داده است که تغییرات پذیرش کلی پسته تحت تأثیر فاکتور زمان نگهداری معنی‌دار ($P < 0/01$) و تحت تأثیر فاکتورهای دما و درصد اکسیژن معنی‌دار نبوده است ($P < 0/05$) علاوه بر این اثر متقابل سه فاکتور نیز معنی‌دار نبودند ($P < 0/05$). آزمون LSD از طریق آزمون MRT نیز نشان داد که در بین بعضی از تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۱). بیشینه مقدار پذیرش کلی برابر ۳/۸ (از ۵) برای تیمار ۲ درصد اکسیژن، ۵ درجه سانتی‌گراد و هفته چهارم بوده است. و کمترین مقدار آن ۲/۸ (از ۵) برای تیمار ۲۱ درصد اکسیژن، ۴۵ درجه سانتی‌گراد و هفته ۱۲ بوده است.

مختلفی به وجود می‌آید که این ترکیبات موجب ایجاد طعم نامطلوب در محصول می‌شوند. فاکتورهای مؤثر بر اکسیداسیون چربی‌ها علاوه بر طبیعت ماده غذایی، نوع اسیدهای چرب، غلظت اکسیژن، دما، مقدار رطوبت، شرایط فیزیکی، موقعیت اسید چرب، ممانعت از نور، پراکسیدان‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشند. تغییرات خواص حسی (طعم، بافت و پذیرش کلی) پسته در طی نگهداری به شرح ذیل است.

طعم: به وسیله ارزیابی حسی مقیاس هدونیک تعیین گردید. آنالیز واریانس چند فاکتوره نشان داده است که تغییرات طعم پسته تحت تأثیر فاکتورهای درجه حرارت، زمان نگهداری و درصد گاز اکسیژن معنی‌دار بوده است ($P < 0/05$). اما اثر متقابل فاکتورها معنی‌دار نبودند ($P < 0/05$). انجام تست LSD از طریق آزمون MRT^1 نشان داده است که در بین پاره‌ای از سطوح تفاوت معنی‌داری نیز وجود ندارد (جدول ۱). نتایج جدول یک نشان می‌دهد که با افزایش دمای نگهداری مقدار طعم کاهش یافته و اختلاف طعم بین دمای ۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد معنی‌دار بوده است ($P < 0/05$) اما تفاوت میانگین طعم بین سطوح ۲۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد معنی‌دار نبوده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اختلاف بین سطوح ۲۱ و ۸ درصد اکسیژن و تأثیر آن بر طعم معنی‌دار نبوده اما این اختلاف بین ۲۱ درصد و کمتر از ۲ درصد اکسیژن معنی‌دار بوده است ($P < 0/05$). بیشترین مقدار تغییرات طعم ۴/۵ (از ۵) مربوط به تیمار ۲ درصد اکسیژن، ۵ درجه سانتی‌گراد و هفته چهارم نگهداری می‌باشد. و کمترین مقدار طعم ۲/۷ (از ۵) برای تیمار ۸ درصد اکسیژن، ۳۵ درجه سانتی‌گراد و هفته ۱۲ بوده که این مقدار بالاتر از نقطه انقطاع یعنی ۲/۵ (از ۵) می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که پسته وارپته اوحدی برای ۱۲ هفته در کلیه شرایط نگهداری به لحاظ کیفیت طعم پایدار بوده است. ما علت

1- Multiple Rang Test

مدل‌های تخمین زمان ماندگاری پسته: شناخت مکانیسم

فساد یک ماده غذایی اولین مرحله فرآیند تعیین ماندگاری محصول است به‌ویژه آن که بدانیم چگونه ماده غذایی فاسد می‌شود و چه مدت ماندگاری محصول متأثر از تأثیر عوامل و فاکتورهای مختلف است. این ماندگاری متأثر از فاکتورهایی است که در کیفیت و خواص محصول نهایی مؤثرند. عواملی نظیر محیطی که محصول در آن نگهداری، توزیع و مصرف می‌شود نیز از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند. به‌طوری‌که این فاکتورها به دو گروه تقسیم می‌گردند که گروه اول فاکتورهای درونی^۱ نظیر نوع ماده خام، ترکیب و ساختمان، PH، a_w و گروه دوم فاکتورهای بیرونی^۲ نظیر ماده بسته‌بندی، زمان ماندگاری، درجه حرارت، رطوبت محیط و نور می‌باشد. درجه حرارت به تنهایی مهمترین فاکتور بیرونی است که در مکانیسم فساد مؤثر است بنابراین در کلیه مطالعات ماندگاری اثر دما باید بررسی شود (دومینیک، ۲۰۰۲). اطلاعات رگرسیون خطی چند

متغیره^۳ و تخمین زمان ماندگاری پسته در شرایط مختلف برای تمامی دماهای نگهداری ۵، ۲۰، ۳۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد در جدول ۲ به ترتیب نشان داده شده است. نتایج نشانگر این است که پذیرش کلی پسته‌ها در سه سطوح مختلف غلظت اکسیژن (۲۱، ۸ و کمتر از ۲ درصد) بعد از ۱۲ هفته نگهداری کاهش یافته است و بیشترین زمان ماندگاری ۲۸۴ روز برای نمونه نگهداری شده در کمتر از ۲ درصد اکسیژن ۵ درجه سانتی‌گراد و کمترین زمان ماندگاری برابر ۱۲۷ روز برای نمونه نگهداری شده در ۲۱ درصد اکسیژن و ۴۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه گردید. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که با افزایش دمای نگهداری، زمان ماندگاری پسته کاهش می‌یابد و پسته خام خشک نگهداری شده در غلظت کمتر از ۲ درصد اکسیژن از پذیرش بالاتری نسبت به نمونه‌های نگهداری شده در ۸ و ۲۱ درصد اکسیژن برخوردار هستند.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف دمای نگهداری، درصد اکسیژن و زمان نگهداری به ویژگی‌های حسی (طعم بافت و پذیرش کلی) پسته خام خشک با استفاده از تست هدونیک ۵ نقطه‌ای در محدوده ۱ (بد) تا ۵ (عالی). برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح ۵ درصد استفاده شده است. اعداد با حروف مشابه در هر ستون هر سطر از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارد.

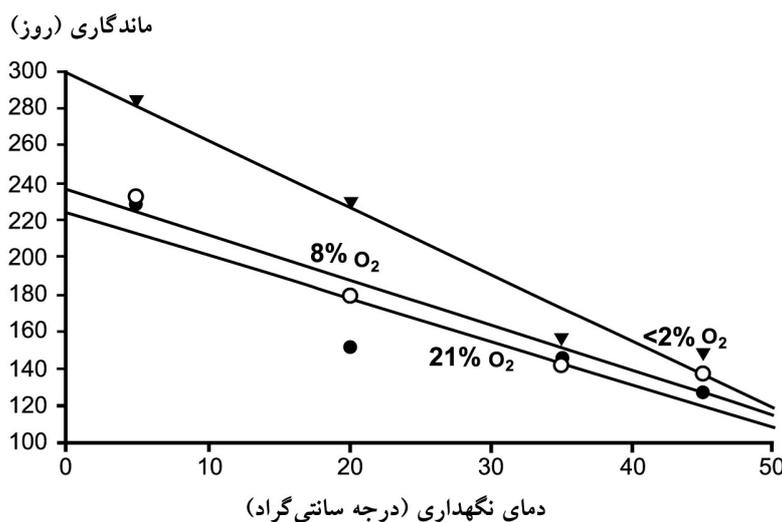
| متغیرها | سطوح | تعداد | میانگین طعم | میانگین بافت | میانگین پذیرش کلی |
|------------------------------|-----------|-------|-------------|--------------|-------------------|
| درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد) | ۵ | ۱۵۰ | ۳/۶۰a | ۳/۷۵a | ۳/۳۶a |
| | ۲۰ | ۱۵۰ | ۳/۴۸ab | ۳/۵۶ab | ۳/۱۷ab |
| | ۳۵ | ۱۵۰ | ۳/۳۹ab | ۳/۳۸a | ۳/۱۶b |
| | ۴۵ | ۱۵۰ | ۳/۲۹b | ۳/۱۰c | ۶/۱۰b |
| گاز (درصد اکسیژن) | ۲۱ | ۲۰۰ | ۳/۳۷c | ۳/۳۲d | ۳/۱۷c |
| | ۸ | ۲۰۰ | ۳/۳۳c | ۳/۳۷d | ۳/۱۴c |
| | کمتر از ۲ | ۲۰۰ | ۳/۶۰d | ۳/۶۶e | ۳/۲۹c |
| زمان نگهداری (هفته) | ۴ | ۱۲۰ | ۳/۹۳e | ۴/۰۲f | ۳/۳۹d |
| | ۶ | ۱۲۰ | ۳/۶۲f | ۳/۵۷g | ۳/۲۵de |
| | ۸ | ۱۲۰ | ۳/۴۰fg | ۳/۴۱gh | ۳/۲۳de |
| | ۱۰ | ۱۲۰ | ۳/۲۰gh | ۳/۲۶h | ۳/۱۳ef |
| | ۱۲ | ۱۲۰ | ۳/۰۱h | ۲/۹۸i | ۲/۹۹f |

3- Multiple Liner Regression

1- Intrinsic Factors
2- Extrinsic Factors

جدول ۲- توابع مدل خطی ماندگاری R^2 و تخمین ماندگاری پسته در شرایط مختلف.

| زمان ماندگاری (هفته) | R^2 | مدل تابع | درصد گاز اکسیژن | درجه حرارت (درجه سانتی گراد) |
|----------------------|-------|------------------|-----------------|------------------------------|
| ۳۲/۵ | ۰/۹۴۲ | $Y=۳/۶۴-۰/۰۳۵ X$ | ۲۱ | ۵ |
| ۳۳/۱ | ۰/۷۲۰ | $Y=۳/۶۶-۰/۰۳۵ X$ | ۸ | |
| ۴۰/۵ | ۰/۹۴۲ | $Y=۳/۹۲-۰/۰۳۵ X$ | کمتر از ۲ | |
| ۲۱/۷ | ۰/۹۲۰ | $Y=۳/۴۸-۰/۰۴۵ X$ | ۲۱ | ۲۰ |
| ۲۳/۴ | ۰/۹۴۲ | $Y=۳/۳۲-۰/۰۳۵ X$ | ۸ | |
| ۳۲/۵ | ۰/۹۴۲ | $Y=۳/۶۴-۰/۰۳۵ X$ | کمتر از ۲ | |
| ۲۰/۸ | ۰/۹۲۰ | $Y=۳/۴۴-۰/۰۴۵ X$ | ۲۱ | ۳۵ |
| ۲۰/۴ | ۰/۹۲۵ | $Y=۳/۵۲-۰/۰۵ X$ | ۸ | |
| ۲۲/۴ | ۰/۹۲۶ | $Y=۳/۶۲-۰/۰۵ X$ | کمتر از ۲ | |
| ۱۸/۱ | ۰/۹۱۶ | $Y=۳/۵-۰/۰۵۵ X$ | ۲۱ | ۴۵ |
| ۱۹/۶ | ۰/۹۱۶ | $Y=۳/۵۸-۰/۰۵۵ X$ | ۸ | |
| ۲۱/۲ | ۰/۸۹۲ | $Y=۳/۵۶-۰/۰۵ X$ | کمتر از ۲ | |



شکل ۱- منحنی پیشگویی زمان ماندگاری پسته خام خشک در شرایط مختلف نگهداری.

درجه اول، درجه دوم و نمایی^۱ به برآزش داده شدند و مقدار R^2 هر رگرسیون برای انتخاب بهترین مدل مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۳). نتایج نشان داده است که تابع درجه دوم بهترین برآزش را با $R^2 > ۹۸$ برای تمامی سطوح مختلف درصد گاز اکسیژن (۲۱، ۸ و کمتر از ۲ درصد) داشته است (جدول ۳) و اثر درصد گاز اکسیژن

نمودار تخمین ماندگاری برای پسته خام خشک در شرایط نگهداری مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است با توجه به این شکل به وضوح مشاهده می شود که با افزایش دمای نگهداری و درصد اکسیژن ماندگاری پسته کاهش یافته است. به منظور تخمین بهترین مدل پیشگویی زمان ماندگاری اطلاعات با رگرسیون خطی چند متغیره

1- First order, Second order and Exponential decay

آنتی اکسیدان‌های طبیعی نظیر توکوفرول‌ها و رطوبت کم از عوامل مؤثر در افزایش زمان ماندگاری و پایداری خوب پسته خام خشک می‌باشند. محققان بسیاری خاصیت پایداری اکسیداتیو اسید اولئیک را مطالعه و گزارش کرده‌اند (نیف و همکاران، ۱۹۹۴). در زمینه پایداری ماندگاری پسته محققان دیگر نظیر کادر و همکاران (۱۹۸۲) نیز گزارش‌های مشابه این تحقیق را داشته‌اند. ولز و باربر (۱۹۵۹) نشان داده‌اند که پسته نگهداری شده در ۲۴ و صفر درجه سانتی‌گراد برای ۱۵ ماه اختلاف معنی‌داری از لحاظ تغییر کیفیت نداشته‌اند. ماسکان کارتاس (۱۹۹۸) گزارش نموده‌اند که اختلاف در اندیس پراکسید پسته در طی شرایط نگهداری مختلف برای مدت ۶ ماه اختلاف معنی‌داری نداشته و این محققان گزارش کرده‌اند که پسته از پایداری خوبی برخوردار است.

برروی ویژگی‌های حسی طعم و بافت پسته خام خشک معنی‌دار بوده است ($P < 0/05$). به دلیل آن که بیشترین زمان ماندگاری پسته خام خشک در تیمار کمتر از ۲ درصد اکسیژن مشاهده شده است (شکل ۱ و جدول ۲). بنابراین ما استفاده از سیستم تزریق گاز^۱ را برای نگهداری و بسته‌بندی پسته خام خشک توصیه می‌کنیم. بلاگستون (۱۹۹۸) گزارش کرده است که استفاده از گاز ازت متداول‌ترین روش برای کاهش اکسیژن باقی مانده در بسته‌های حاوی پسته، مخلوط مغزها و خشکبار است و این روش به‌طور موفقیت‌آمیزی می‌تواند برای انواع پسته خام و تفت داده، نیز استفاده شود.

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشانگر آن است که پسته خام خشک وارپته اوحدی از ماندگاری بسیار خوبی برای نگهداری در شرایط متفاوت برخوردار است. اما استفاده از درصد گاز اکسیژن کمتر و شرایط نگهداری سرد می‌تواند ماندگاری این محصول را افزایش دهد. اسید اولئیک بالا،

جدول ۳- انواع معادلات رگرسیونی و پارامترهای آنها برای تخمین مدت ماندگاری پسته خام خشک در انواع شرایط غلظت اکسیژن.

| نوع معادله | درصد اکسیژن | Y_0 | A | B | R^2 |
|-------------------|-------------|-------|-------|--------|-------|
| $Y=y_0+ax$ | ۲۱ | ۲۲۴/۲ | -۲/۳۲ | - | ۰/۸۳۷ |
| | ۸ | ۲۳۶/۴ | -۲/۴۳ | - | ۰/۹۴۳ |
| | کمتر از ۲ | ۲۹۸/۸ | ۳/۶۱ | - | ۰/۹۶۶ |
| $Y=y_0+a/x$ | ۲۱ | ۱۲۳/۹ | ۵۲۳/۳ | - | ۰/۹۷۸ |
| | ۸ | ۱۳۵/۴ | ۴۹۸ | - | ۰/۹۱۲ |
| | کمتر از ۲ | ۱۵۲/۲ | ۶۸۸ | - | ۰/۸۰۸ |
| $Y=y_0+a/x+b/x^2$ | ۲۱ | ۱۱۴/۴ | ۸۶۹/۹ | -۱۵۱۰ | ۰/۹۸۲ |
| | ۸ | ۹۲ | ۲۰۶۳ | -۶۸۱۴ | ۰/۹۹۶ |
| | کمتر از ۲ | ۵۹/۱ | ۴۰۷۷ | -۱۴۷۶۰ | ۰/۹۹۲ |
| $Y=ae^{-bx}$ | ۲۱ | - | ۲۳۴ | ۰/۰۱۴ | ۰/۸۸۳ |
| | ۸ | - | ۲۴۵ | ۰/۰۱۴ | ۰/۹۷۳ |
| | کمتر از ۲ | - | ۳۱۲ | ۰/۰۱۷ | ۰/۹۷۷ |

1- Gas flushing

منابع

۱. ابریشمی، م.ح. ۱۳۷۳. پسته ایران: شناخت تاریخی. مرکز نشر دانشگاهی تهران. ص ۶۷۲.
۲. کاشانی‌نژاد، م. ۱۳۸۲. بهینه‌سازی فرآیند خشک کردن پسته. پایان نامه دکترای علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی مشهد. ص ۱۵-۱۲.
3. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, (15th ed). Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
4. Blakiston, B.A. 1998. Principles and application of Modified Atmosphere Packaging of foods, Blackie Academic and professional, an imprint of Thomson Science, London, UK. Pp: 175.
5. Charie, H.J., East, E. and Vander Veen, W. 1963. Effect of moisture on storage properties of dehydrated food products. Proc. 1st, Int'l, Congress on Food Science and Technology 1:45-50.
6. Dominic, M. 2002. Shelf life, Blackwell science LTD, UK, London, WC1N 2BS, PP10.
7. Garcia, J.M. Agar, I.T. and Streif, J. 1992. Fat content and fatty acid composition in individual seeds of pistachio varieties grown in Turkey. Garten bauwissenschaft 57:130-137.
8. Hosseini, S.E. 1977. Chemical composition of the pistachio nuts of Kerman, IRAN. J. of Food Science 42:244-245.
9. IFST. 1993. Shelf life of foods-Guidelines for its determination and prediction, Institute of Food science and technology, UK, London, Pp: 46-48.
10. Kader, A.A. Heintz, C.M. Labavitch, J.M. and Rae, H.L. 1982. Studies related to the description and evaluation of pistachio nuts quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(5): 812-816.
11. Kamangar, K. Farrohi, F. and Mehran, M. 1975. Characteristics of pistachio kernel oil from Iranian cultivars. JAOCS, 52:512-513.
12. Kubala, J.J., Gacula, J.R. and Moran, M.J. 1974. Data analysis: Regression analysis with repetition of the independent variable. J. of Food Science 39: 209-210.
13. Labuza, T.P. and Schmidl, M.K. 1988. Use of sensory data in the shelf life testing of foods: principals and graphical methods for evaluation. Cereal Food World 33 (2): 193-206.
14. Maskan, M. and Karatas, S. 1998. Fatty acid oxidation of pistachio nuts stored under various atmospheric conditions and different temperatures. J. Sci. Food Agric 77: 334-340.
15. Neff, W.E. Mount, T.L. Rinsch, W.M. Konishi, H. and Agaimy, M.A. 1994. Oxidative stability of purified canola oil triacylglycerols with altered fatty acid composition as affected by triacylglycerol composition and structure. JAOCS, 71: 1101-1109.
16. Oswin, C.P. 1945. The Kinetics of package life. J. Soc. Chem. Ind. Trans 64: 415.
17. Robertson, G.L. 1991. Predicting the shelf life of packaged foods, ASEAN Food Journal 6(2): 43-51.
18. Ston, H., and Sidel, J.L. 1985. Sensory Evaluation Practices. Academic press, Orlando, pp 227.
19. Taoukis, P.S. and Labuza, T.P. 1989. Applicability of time temperature indicators as shelf life monitors of food products. Journal Food Science, 54: 783-788.
20. Wella, A.W. and Barber, H.R. 1959. Extending the market life of packaged shelled nuts. U.S. Dept. Agr., Mktg. Res. Rpt. 329.

Prediction shelf life of pistachio nuts at various conditions

N. Sedaghat¹, A. Mortazavi¹, M. Nasiri-Mahalati² and G.H. Davari nejad³

¹Assistant Prof. and prof. of Dept., of Food Science, Univ., of Ferdowsi, Mashhad, ²Associate Prof., Dept., of Agronomy Univ., of Ferdowsi, Mashhad, ³Associate Prof., Dept., of Horticulture, Ferdowsi Univ., of Mashhad

Abstract

Iran is one of the worlds important areas for the production of pistachio nuts, the Ohadee variety of Iranian raw dry pistachio nuts was selected for the experiments. The method of Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) used for storage and sensory properties (taste, texture and overall acceptability) of raw dried pistachio nuts were investigated at 21%, 8% & <2% O₂ and different storage temperature (5, 20, 35 and 45°C). Samples were experimented at 4, 6, 8, 10 and 12 weeks by use of split-plot design and estimate the modelling shelf of this product at various conditions. Results showed that the sensory attributes (taste and texture) under factors of time and O₂% were significant (P<0.05) and maximum shelf life(284 days) for raw dried pistachio nuts determined at 5°C and <2% O₂ based on overall acceptability. Linear regression second order function had a best fit with R² >98 at all levels of oxygen conditions (21%, 8% & <2% O₂) for raw dried pistachio nuts.

Keywords: Shelf life; Pistachio nuts; Sensory evaluation