Archive of SID

نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد هفتم، شماره دوم، ۹٤
۹٦-۷۷
http://ejfpp.gau.ac.ir

بررسی عمر ماندگاری مغز و پودر بادام تحت شرایط مختلف دمایی و بسته بندی

مرضیه رئیسی[1*]، محمدقربانی[2]، مهدی کاشانی‌نژاد[2] و علیرضا صادقی ماهونک[2]

[1]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، دانشکده علوم صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

[2]استادیار دانشکده علوم صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۳/۳۱ ؛ تاریخ پذیرش:۹٤/۰۲/۱٦

چکیده

سابقه و هدف: آجیل‌های درختی و روغن آن‌ها حاوی مواد زیست فعال‌اند و نقش حیاتی در بهبود سلامت انسان دارند. فساد و کاهش کیفیت آجیل‌ها از جمله بادام که چربی زیادی دارد مربوط به اکسایش می‌باشد. کیفیت بادام نگهداری شده به عواملی مانند رطوبت دانه، درجه حرارت نگهداری، رطوبت نسبی، سطح اکسیژن، بسته‌بندی و فرم آجیل نگهداری شده (همراه با پوسته، پوست کنده، بو داده، و غیره) بستگی دارد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، پایداری اکسایشی بادام رقم مامایی (*Prnus amygdolus Batsch cv.* Mamaei) در دو شکل فیزیکی (مغز و پودر) توسط عدد پیوند دوگانه مزدوج ، شاخص اسید تیوباربیتوریک به‌ترتیب به‌عنوان معیاری از محصولات اولیه و ثانویه اکسایش و ضریب شکست به‌مدت ۱۰ ماه در سه شرایط مختلف نگهداری (قرار گرفتن در معرض مستقیم هوای محیط، بسته‌بندی تحت خلاء و بسته‌بندی تحت (CO_2) در دو دمای محیط و یخچال در شرایط تاریکی ارزیابی شد.

یافته‌ها: اثر دما، نوع اتمسفر نگهداری، زمان و شکل فیزیکی بادام (مغز و پودر) بر عدد پیوند دوگانه مزدوج و شاخص اسید تیوباربیتوریک معنی‌دار ($P<$ ۰/۰۵) بود. ضریب شکست اولیه برای بادام تازه ۱/٤٦۷۱ به‌دست آمد و در تمامی نمونه‌ها در طول ۱۰ ماه ذخیره‌سازی تغییر معنی‌داری ($P>$۰/۰۵) را نشان نداد. محدوده پیوند دوگانه مزدوج بین ۳/۷۹۵ میکرومول بر گرم برای بادام تازه و ۱۱/۹۵ میکرومول بر گرم برای پودر بادام

*نویسنده مسئول: raisi_marzi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

نگهداری شده در معرض هوا در دمای محیط به‌دست آمد. هم‌چنین، مقدار شاخص اسید تیوباربیتوریک بین ۰/۰۲٤ و ۰/۱۹۳ میلی‌گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم روغن بادام به‌ترتیب برای بادام تازه و پودر بادام نگهداری شده در دمای محیط و در معرض هوا تعیین شد. بسته‌بندی تحت خلاء و بسته‌بندی تحت دی‌اکسیدکربن اثر محافظتی بیشتری در مغز بادام در مقایسه با پودر بادام بر عدد پیوند دوگانه مزدوج و شاخص اسید تیوباربیتوریک نشان دادند. حداقل تغییرات در عدد پیوند دوگانه مزدوج و شاخص اسید تیوباربیتوریک، مربوط به نمونه‌ی مغز بادام نگهداری شده تحت خلاء در دمای یخچال بود.

نتیجه‌گیری: مطابق نتایج به‌دست آمده به‌ترتیب به‌کار بردن دمای پایین، بسته‌بندی (خلاء بیشتر از دی‌اکسید کربن) و کاهش سطح تماس (مغز بادام بیشتر از پودر بادام) در به تاخیر انداختن اکسایش و پایداری اکسایشی بادام موثر بودند. هم‌چنین، نگهداری در دمای پایین همراه با بسته‌بندی تحت خلاء بیشترین اثر را در به تاخیر انداختن اکسایش (افزایش عمر ماندگاری) مغز و پودر بادام براساس عدد پیوند دوگانه مزدوج و شاخص اسید تیوباربیتوریک نشان داد.

واژه‌های کلیدی: بادام، اکسایش، بسته‌بندی، شاخص اسید تیوباربیتوریک، عدد پیوند دوگانه مزدوج

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بادام متعلق به خانواده *Rosaceae*، زیرخانواده *Prunoideae*، جنس *Prunus* و گونه *Amygdalus* می‌باشد که به‌صورت تجاری در سراسر جهان پرورش داده می‌شود. کشت بادام از کوهستان‌های خشک مناطق آسیای مرکزی منشا می‌گیرد (۳۳) و معمولاً به‌عنوان غذای بین‌وعده‌ای و مواد تشکیل‌دهنده انواع غذاهای فراوری شده به‌خصوص در محصولات نانوایی و شیرینی‌سازی استفاده می‌شود (١٤). در مطالعات اخیر گزارش شده که بادام به‌عنوان بخش مهمی از رژیم غذایی انسان، باعث افزایش لیپوپروتئین با چگالی زیاد[1]، کاهش لیپوپروتئین با چگالی کم[2] و کاهش خطر بیماری‌های قلبی عروقی می‌شود (۱، ۲۳، ۲۷ و ۲۸). بادام مانند آجیل‌های دیگر دارای مقادیر بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد، اسید چرب اصلی بادام اسیداولئیک و کمترین مقدار اسید چرب آن اسید پالمتیک می‌باشد (۳۹). محتوای چربی و ترکیب بادام در درجه اول وابسته به ژنوتیپ می‌باشد، اما عواملی مانند منطقه‌ی رشد، شرایط آب‌وهوایی در طول فصل رشد، سال برداشت و تعامل این عوامل نیز در این امر موثرند (٤٦). بادام به‌علت دارا بودن مقدار زیاد چربی مستعد به اکسایش لیپیدها می‌باشد. بنابراین، اکسایش چربی عامل اصلی افت کیفیت در بادام است که خواص حسی، کیفیت تغذیه‌ای و عمر ماندگاری را تحت تاثیر قرار می‌دهد. پایداری اکسیداتیو یک پارامتر مهم برای ارزیابی کیفیت چربی‌ها و روغن‌هاست که می‌تواند به‌عنوان مقاومت آن‌ها در برابر اکسایش تعریف شود و یک شاخص مهم عملکرد و عمر ماندگاری است که بستگی به ترکیب نمونه دارد (۲۵). میکسز و همکاران (۲۰۰۹)؛ سنسی و همکاران (۱۹۹۱)؛ میکسز و کونتامیناس (۲۰۱۰)؛ سورینی و همکاران (۲۰۰۰ و ۲۰۰۳)؛ گوداگنی و همکاران (۱۹۷۸)؛ گارسیا-پاسکال و همکاران (۲۰۰۳) بر روی مدت ماندگاری بادام در شرایط مختلف در طول زمان مطالعه کردند (٢٠،٢٤،٤٣،٤٢،٣٦،٤١،٣٧). مطابق نتایج آن‌ها عوامل موثر بر اکسایش بادام، بسته‌بندی، دمای نگهداری، نور، رطوبت و حضور اکسیژن بودند. در این تحقیق به بررسی میزان اکسایش مغز و پودر بادام در شرایط مختلف دمایی و اتمسفر نگهداری در طول ۱۰ ماه براساس محصولات اولیه و ثانویه اکسایش پرداخته می‌شود و در نهایت مناسب‌ترین شرایط نگهداری پیشنهاد می‌شود.

1. High Density Lipoprotein
2. Low Density Lipoprotein

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

مواد اولیه: مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از شرکت‌های مرک[1] و اپلیکم[2] تهیه شدند و بادام رقم مامایی (*Prnus amygdolus Batsch cv. Mamaei*) با هماهنگی مرکز جهاد کشاورزی شهرستان شهرکرد، از یکی از باغ‌های توابع این شهرستان که زیر نظر جهاد کشاورزی بود، تهیه شد. بادام به‌صورت دستی برداشت و سپس پوست سبز آن توسط ماشین (ساخت شرکت صنعتگران تویسرکان) جدا گردید. بادام پوست کنده قبل از نگهداری در مقابل جریان طبیعی هوا قرار گرفت و محتوای رطوبت آن جهت جلوگیری از رشد قارچ به زیر ۵ درصد رسید. برای حفظ کیفیت اولیه و جلوگیری از باز جذب رطوبت، بادام‌ها در نایلون ضخیم بسته‌بندی و در کارتون قرار گرفتند. بادام‌ها پس از پوست‌گیری، به‌صورت دستی شکسته شدند و نیمی از مغزها به‌صورت دست نخورده نگه داشته شدند و نیمی دیگر توسط آسیاب خانگی به پودر بادام تبدیل شدند.

تیمارهای نگهداری: مغز و پودر بادام در دو دمای محیط و یخچال در شرایط تاریکی به‌مدت ۱۰ ماه در سه شرایط مختلف نگهداری: قرار گرفتن در معرض مستقیم هوای محیط در ظروف پلاستیکی پلی‌پروپیلن (PP) بدون درب، بسته‌بندی تحت خلاء و بسته‌بندی تحت گاز CO_2 (۱۰۰درصد گاز دی‌اکسید کربن) که هر دو در کیسه‌های پلاستیکی سه لایه انعطاف‌پذیر پلی‌اتیلن- پلی‌آمید- پلی‌اتیلن (LDPE/PA/LDPE) نگهداری شدند. بسته‌بندی توسط دستگاه بسته‌بندی تزریق گاز (آلمان، Henklman, Model Boxer42) انجام شد. دما و رطوبت نسبی داخل یخچال در طول دوره نگهداری به‌ترتیب ٤ درجه‌سانتی‌گراد و ٦٧ تا ٧٨ درصد بود، اما دما و رطوبت نسبی در محیط متغیر بود و به‌صورت روزانه با استفاده از یک دماسنج و رطوبت‌سنج الکتریکی (Humidity Temp Meter Model HT-3007SD) ثبت شدند. تغییرات میزان رطوبت نمونه‌های مختلف نیز در انتهای هر دو ماه در طی دوره نگهداری اندازه‌گیری شد.

تجزیه شیمیایی: خصوصیات شیمیایی بادام تازه شامل محتوی رطوبت، میزان چربی کل، پروتئین، فیبر، خاکستر طبق روش‌های استاندارد (AOAC, 2005) و میزان کربوهیدرات با روش محاسبه‌ای کارسون و همکاران (۱۹۹٤) انجام شد (۵ و ۱۱).

1. Merck
2. Applichem

www.SID.ir

Archive of SID

استخراج روغن: جهت استخراج روغن، هر کدام از تکرارها که شامل ۳۰ گرم مغز یا پودر بادام بود در یک ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته و حلال به آن‌ها اضافه شد، لازم به ذکر است که پودرهای بادام با شکل اولیه و بدون تغییر، اما مغزهای بادام توسط یک هاون جهت انحلال بهتر به شکل پودر در آمده و سپس حلال به آن‌ها اضافه شد. به هر کدام از نمونه‌ها ۲۰۰ میلی‌لیتر هگزان افزوده و پس از دربندی کامل با درپوش‌های پلاستیکی مقاوم به حلال آلی، به‌مدت ۱۲ ساعت در تاریکی و در دمای محیط (۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. پس از طی این مدت، مخلوط حلال، روغن و کنجاله توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۱ صاف شد و جهت تغلیظ روغن از یک تبخیرکننده چرخشی تحت خلاء[1] (IKA، RV۰۵ Basic، آلمان) استفاده گردید (۱۲، ۲۱ و ۳۱).

آزمون‌های شیمیایی: ارزیابی اکسایش براساس اندازه‌گیری عدد پیوند دوگانه مزدوج که میزان افزایش جذب فرابنفش را در طول موج ۲۳۲ نانومتر برای محصولات اولیه نشان می‌دهد (IUPAC 2.505, 1987)، شاخص اسید تیوباربیتوریک (Cd 19-90 ,AOCS, 1995) برای محصولات ثانویه اکسیداسیون و ضریب شکست مطابق با استاندارد (Cc 7-25, AOCS, 1998) انجام شد. برای عدد پیوند دوگانه مزدوج ۰/۱ تا ۰/۳ گرم روغن استخراج شده از نمونه با حلال ایزواکتان به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد و جذب محلول در طول موج ۲۳۲ به‌منظور تعیین باندهای دوگانه مزدوج قرائت شد. شاخص اسید تیوباربیتوریک با استفاده از بوتانول به‌عنوان حلال و در حضور معرف اسید تیوباربیتوریک در طول موج ۵۳۰ نانومتر انجام گرفت، به این طریق که ۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه روغن با بوتانول به حجم ۲۵ میلی‌لیتری رسید، سپس ۵ میلی‌لیتر از محلول نمونه با ۵ میلی‌لیتر محلول واکنش‌گر اسید تیوباربیتوریک مخلوط شد و به‌مدت دو ساعت در یک حمام بخار با دمای ۵± ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. در نهایت میزان جذب محلول در طول موج ۵۳۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید. ضریب شکست توسط رفراکتومتر (بلژیک Abb, CETI) و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد (٦، ۷ و ۲٦).

تجزیه و تحلیل آماری: کلیه مراحل این پژوهش، در دو تکرار انجام گردید. داده‌های به‌دست آمده در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه متغیر شامل شکل فیزیکی، دمای نگهداری و نوع بسته‌بندی

1. Rotary vacuum Evaporator

www.SID.ir

Archive of SID

توسط نرم‌افزار جی‌ام‌پی[1] نسخه ۱۰ تجزیه و تحلیل شد و مقایسه LSD توسط آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. جدول‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار اکسل۲۰۱۳ رسم شد.

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی: ترکیبات شیمیایی بادام در جدول ۱ آورده شده است. محتوی رطوبت، مطابق با نتایج مهران و فیلسوف (۱۹۷٤) و آرنس و همکاران (۲۰۰۵) بود. مقدار چربی کل با نتیجه ازکان و همکاران (۲۰۱۱) برای واریته *Cristomorto*، میزان پروتئین با نتیجه ونکتچلام و ساط (۲۰۰٦) و درصد خاکستر با نتایج اسلانتا و همکاران (۲۰۰۱) و چانگ و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت (٤، ۸، ۱٦، ۳۵، ۳۸ و ٤٤).

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی بادام مورد استفاده

Table 1. Chemical characteristics of the studied almond

رطوبت(درصد)	چربی(درصد)	پروتئین(درصد)	فیبر(درصد)	خاکستر(درصد)	کربوهیدرات(درصد)
Moisture (%)	Fat (%)	Protein (%)	Fiber (%)	Ash (%)	Carbohydrate (%)
3.29 ± 0.5	48.32± 2.45	18.36±1.54	5.36±0.98	3.38± 0.51	21.37± 3.01

همچنین میزان فیبر خام با محدوده گزارش شده آگونبیاد و الانلوکون (۲۰۰٦) و میزان کربوهیدرات با نتایج چن و همکاران (۲۰۰٦) و احمد (۲۰۱۰) هم‌خوانی داشت (۲، ۳ و ۱۳).

دما و رطوبت نسبی: با توجه به معنی‌دار نبودن تغییرات دمایی در دوره زمانی ۵ ماهه، میانگین دمایی ۲۰/۱٤ درجه سانتی‌گراد برای ۵ ماه اول نگهداری و دمای ۲۵/۳۸ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان میانگین دمایی در ۵ ماه دوم دوره نگهداری در نظر گرفته شد (جدول ۲).

1. Jmp

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین تغییرات دما و رطوبت نسبی ماهیانه محل نگهداری نمونه‌ها در طی ۱۰ ماه دوره نگهداری

Table 2. Mean variations of temperature and relative humidity in storage room during the 10 month period of storage.

میانگین رطوبت نسبی Mean relative humidity (%)	میانگین ماهانه (درجه‌سانتی‌گراد) Mean any month (^{o}C)	زمان (ماه) Time (month)
40%	20.60 ^{bcd}	1
39%	20.22 ^{d}	2
40%	19.37 ^{d}	3
40%	20.06 ^{d}	4
38%	20.47 ^{cd}	5
36%	24.06 ^{ab}	6
37%	24.48 ^{ab}	7
31%	26.00 ^{a}	8
30%	26.20 ^{a}	9
34%	26.17 ^{a}	10

میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵)

رطوبت نمونه‌ها در طی شرایط نگهداری: میزان تغییر رطوبت نمونه‌ها در طی دوره نگهداری ثبت و تحلیل آماری مربوط به آن انجام شد. طبق نتایج به‌دست آمده اثر شکل فیزیکی، اثر دمای نگهداری، اثر زمان و اثر متقابل این سه عامل بر رطوبت معنی‌دار نبود (جدول ۳). معنی‌دار نبودن (P>۰/۰۵) اختلاف رطوبت نمونه‌ها در طول زمان می‌تواند به‌علت کم بودن محدوده تغییرات رطوبت نسبی محل نگهداری و موثر بودن کیسه‌های پلاستیکی غیرقابل نفوذ[1] در کنترل محتوی رطوبت در طول دوره‌ی نگهداری باشد. از طرف دیگر بادام دارای مقدار زیادی چربی است، پروتئین‌ها و پپتیدها می‌توانند با لیپید واکنش دهند و بر مقاومت غشا اثر بگذارند و در نهایت مانع خروج آب از محصول شوند (۱۷)، علاوه بر این، دمای ٤ درجه سانتی‌گراد، احتمالا باعث کریستالیزاسیون روغن بادام شده و با وجود مقدار بالای چربی بادام از ورود و خروج آب در طول نگهداری در یخچال ممانعت می‌کند. بنابراین، با توجه به معنی‌دار نبودن تغییرات رطوبت در نمونه‌ها، روند اکسایش ناشی از تغییرات رطوبت نخواهد بود.

1. Seal

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. میانگین تغییرات رطوبت نمونه‌های بادام در دمای محیط و یخچال طی ۱۰ ماه نگهداری

Table 3. Moisture contents of almonds at ambient and refrigerator temperature during the 10 month storage

اثر زمان Effect of time	اثر دما Effect of temperature	اثر شکل Effect of physical	رطوبت(درصد) Moisture (%)	نمونه sample	زمان (ماه) Time (month)
3.206[a]	3.232[a]	3.246[a]	3.14 [a]	مغز بادام در محیط almond kernels at ambient	۰ (شاهد) (Blank)
		3.274[a]	3.275 [a]	پودر بادام در محیط almond powdered at ambient	
	3.288 [a]	3.246[a]	3.25 [a]	مغز بادام در یخچال almond kernels at refrigerator	
		3.274 [a]	3.161 [a]	پودر بادام در یخچال almond powdered at refrigerator	
3.404 [a]	3.232[a]	3.246 [a]	3.300 [a]	مغز بادام در محیط almond kernels at ambient	2
		3.274 [a]	3.42 [a]	پودر بادام در محیط almond powdered at ambient	
	3.288 [a]	3.246 [a]	3.43 [a]	مغز بادام در یخچال almond kernels at refrigerator	
		3.274 [a]	3.466 [a]	پودر بادام در یخچال almond powdered at refrigerator	
3.376[a]	3.232[a]	3.246 [a]	3.335 [a]	مغز بادام در محیط almond kernels at ambient	4
		3.274 [a]	3.39 [a]	پودر بادام در محیط almond powdered at ambient	
	3.288[a]	3.246 [a]	3.438[a]	مغز بادام در یخچال almond kernels at refrigerator	
		3.274 [a]	3.341 [a]	پودر بادام در یخچال almond powdered at refrigerator	
3.277 [a]	3.232[a]	3.246 [a]	3.115 [a]	مغز بادام در محیط almond kernels at ambient	6
		3.274 [a]	3.335 [a]	پودر بادام در محیط almond powdered at ambient	
	3.288 [a]	3.246 [a]	3.333 [a]	مغز بادام در یخچال almond kernels at refrigerator	
		3.274 [a]	3.326 [a]	پودر بادام در یخچال almond powdered at refrigerator	

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۳.

3.143[a]	3.232[a]	3.246 [a]	3.073 [a]	مغز بادام در محیط almond kernels at ambient	8
		3.274 [a]	3.138 [a]	پودر بادام در محیط almond powdered at ambient	
	3.288 [a]	3.246 [a]	3.22 [a]	مغز بادام در یخچال almond kernels at refrigerator	
		3.274 [a]	3.136 [a]	پودر بادام در یخچال almond powdered at refrigerator	
3.155 [a]	3.232[a]	3.246 [a]	3.105 [a]	مغز بادام در محیط almond kernels at ambient	10
		3.274 [a]	3.16 [a]	پودر بادام در محیط almond powdered at ambient	
	3.288 [a]	3.246 [a]	3.215 [a]	مغز بادام در یخچال almond kernels at refrigerator	
		3.274 [a]	3.14 [a]	پودر بادام در یخچال almond powdered at refrigerator	

تغییرات عدد پیوند دوگانه **مزدوج در طول دوره نگهداری**: جدول ٤ میانگین عدد پیوند دوگانه مزدوج به‌دست آمده از مغز و پودر بادام را در شرایط مختلف نگهداری نشان می‌دهد. عدد پیوند دوگانه مزدوج برای بادام تازه ۳/۷۹۵ میکرومول بر گرم بود. سنسی و همکاران (۱۹۹۱)، عدد پیوند دوگانه مزدوج را برای بادام پوست کنده‌ی تازه، ۱/۳۵ میکرومول بر گرم گزارش کردند که کمتر از مقدار گزارش شده در پژوهش حاضر می‌باشد (٤١). هم‌چنین، کازانتیزس و همکاران (۲۰۰۳)، عدد پیوند دوگانه مزدوج اولیه برای برداشت زود و دیر هنگام بادام را به‌ترتیب ۳/۷۲ و ۳/٤١ میکرومول بر گرم گزارش کردند که با مقدار به‌دست آمده در این مطالعه مطابقت داشت (۳۰). طبق نتایج جدول ٤، بین مقادیر عدد پیوند دوگانه مزدوج مغزهای بادام بسته‌بندی شده (دی‌اکسید کربن نسبت به خلاء) در دمای محیط در طول ۱۰ ماه نگهداری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، این امر برای مغز بادام در دمای یخچال و برای پودر بادام در هر دو دمای نگهداری نیز وجود داشت. از طرفی عدد پیوند دوگانه مزدوج مغزهای بادام بسته‌بندی شده تحت خلاء و بسته‌بندی شده تحت دی‌اکسید کربن به‌ترتیب بعد از ٤ و ٦ ماه نگهداری در دمای محیط نسبت به نمونه‌های بسته‌بندی نشده (در معرض هوا) تفاوت معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) نشان دادند. سانچز و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی مشابه اثر بسته‌بندی تحت نیتروژن و هوا را بر روی کیفیت بادام واریته *"Guara"* به‌صورت پوست کنده و بو داده در طول ۲۰ هفته نگهداری در دمای ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰-٦٥ درصد بررسی کردند، مطابق نتایج آن‌ها بسته‌بندی تحت

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- میانگین عدد پیوند دوگانه مزدوج (میکرومول بر گرم) نمونه‌های بادام در طی ۱۰ ماه نگهداری

Table 4. Main conjugated dienes value (µmol/gr) of almonds at 10 month storage

دما Temperature	شکل Physical shape	اتمسفر Type of atmosphere	ماه نگهداری Storage time (month)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
محیط ambient	مغز kernel	هوا air	3/795$^{h}_{A}$	4/2065$^{gh}_{AB}$	4/8245$^{fgh}_{AB}$	5/1125$^{fg}_{AB}$	5/6245$^{f}_{AB}$	6/1305$^{def}_{AB}$	6/6735$^{de}_{AB}$	7/2145$^{cd}_{B}$	8/032$^{bc}_{B}$	8/914$^{ab}_{B}$	9/674$^{a}_{B}$
		خلاء vacuum	3/795$^{g}_{A}$	3/939$^{bc}_{A}$	3/99$^{bc}_{AB}$	4/002$^{bc}_{BC}$	4/146$^{bc}_{C}$	4/267$^{bc}_{CD}$	4/491$^{abc}_{CD}$	4/618$^{abc}_{DEF}$	5/125$^{ab}_{DEF}$	5/698$^{a}_{DEFG}$	5/71$^{a}_{DEFG}$
		CO_2	3/795$^{f}_{A}$	4/344$^{def}_{A}$	4/441$^{def}_{AB}$	4/755$^{cdef}_{ABC}$	4/981$^{bcdef}_{BC}$	5/02$^{bcdef}_{BCD}$	5/103$^{bcde}_{CD}$	5/5425$^{abcd}_{CD}$	5/856$^{abc}_{CD}$	6/169$^{ab}_{CD}$	6/624$^{a}_{CD}$
	پودر powdered	هوا air	3/795$^{j}_{A}$	4/524$^{i}_{A}$	5/114$^{ghi}_{A}$	5/962$^{fgh}_{A}$	6/289$^{fg}_{A}$	7/094$^{ef}_{A}$	7/870$^{de}_{A}$	8/706$^{d}_{A}$	10/162$^{bc}_{A}$	11/39$^{ab}_{A}$	11/95$^{a}_{A}$
		خلاء vacuum	3/795$^{e}_{A}$	3/988$^{de}_{A}$	4/00$^{de}_{AB}$	4/125$^{de}_{BC}$	4/207$^{cde}_{C}$	4/514$^{cde}_{CD}$	4/925$^{bcde}_{CD}$	5/271$^{abcd}_{CDEF}$	5/5$^{abc}_{DE}$	5/931$^{ab}_{CDE}$	6/371$^{a}_{CDE}$
		CO_2	3/795$^{g}_{A}$	3/928$^{fg}_{A}$	4/136$^{fg}_{AB}$	4/7405$^{efg}_{ABC}$	4/376$^{efg}_{BC}$	5/130$^{def}_{BC}$	5/55$^{cde}_{BC}$	6/168$^{abcd}_{BC}$	6/83$^{abc}_{BC}$	7/155$^{ab}_{C}$	7/25$^{a}_{C}$
یخچال Refrigerator	مغز kernel	هوا air	3/795$^{c}_{A}$	3/8985$^{bc}_{A}$	4/052$^{abc}_{AB}$	3/839$^{bc}_{BC}$	4/449$^{abc}_{BC}$	4/59$^{abc}_{CD}$	4/613$^{abc}_{CD}$	4/83$^{abc}_{DEF}$	5/005$^{abc}_{DEFG}$	5/107$^{ab}_{DEFGH}$	5/275$^{a}_{EFGH}$
		خلاء vacuum	3/794$^{a}_{A}$	3/795$^{a}_{A}$	3/795$^{a}_{B}$	3/82$^{a}_{BC}$	3/855$^{a}_{C}$	3/873$^{a}_{D}$	3/8855$^{a}_{D}$	3/995$^{a}_{F}$	4/00$^{a}_{DF}$	4/3385$^{a}_{H}$	4/343$^{a}_{H}$
		CO_2	3/795$^{a}_{A}$	3/795$^{a}_{A}$	3/796$^{a}_{B}$	3/853$^{a}_{BC}$	3/856$^{a}_{C}$	3/9085$^{a}_{CD}$	3/95$^{a}_{D}$	4/11$^{a}_{EF}$	4/3665$^{a}_{EF}$	4/442$^{a}_{GH}$	4/531$^{a}_{GH}$
	پودر powdered	هوا air	3/795$^{e}_{A}$	3/952$^{e}_{A}$	4/217$^{de}_{AB}$	3/962$^{e}_{BC}$	4/647$^{bcde}_{B}$	4/773$^{bcde}_{CD}$	5/015$^{abcde}_{C}$	5/31$^{abcd}_{CDE}$	5/542$^{abc}_{CDE}$	5/833$^{ab}_{DEF}$	6/277$^{a}_{CDEF}$
		خلاء vacuum	3/795$^{a}_{A}$	3/8$^{a}_{A}$	3/803$^{a}_{B}$	3/722$^{a}_{C}$	3/703$^{a}_{C}$	3/768$^{a}_{D}$	4/005$^{a}_{D}$	4/154$^{a}_{EF}$	4/537$^{a}_{EF}$	4/789$^{a}_{EFGH}$	4/978$^{a}_{FGH}$
		CO_2	3/795$^{b}_{A}$	3/795$^{b}_{A}$	3/796$^{b}_{B}$	3/798$^{b}_{C}$	3/865$^{b}_{C}$	3/891$^{b}_{CD}$	4/122$^{b}_{D}$	4/314$^{ab}_{DEF}$	4/8055$^{ab}_{EDF}$	4/924$^{ab}_{DEFGH}$	5/344$^{a}_{DEFGH}$

میانگین‌ها در هر ردیف (افقی) با حروف کوچک متفاوت و در هر ستون (عمودی) با حروف بزرگ متفاوت، دارای تفاوت معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

نیتروژن اثر محافظتی در برابر تجمع پیوند دوگانه مزدوج در بادام پوست کنده داشت، در حالی‌که در بادام بو داده اثر حفاظتی کمتری داشت (٤٠). در نتایج این تحقیق بسته‌بندی تحت خلاء و دی‌اکسید کربن اثر محافظتی بیشتری در برابر تجمع پیوند دوگانه مزدوج در مغز بادام در مقایسه با پودر بادام داشتند، به‌عنوان مثال در دمای محیط عدد پیوند دوگانه مزدوج مغز بادام نگهداری شده با بسته‌بندی تحت خلاء و تحت دی‌اکسید کربن به‌ترتیب بعد از ۸ و ٦ ماه تغییر معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵) در حالی‌که در همان دما عدد پیوند دوگانه مزدوج پودر بادام به‌ترتیب بعد از ۷ و ۵ ماه تغییر معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵). در دمای یخچال عدد پیوند دوگانه مزدوج تمامی نمونه‌های مغز بادام اعم از بسته‌بندی شده و غیربسته‌بندی شده تفاوت معنی‌داری در طول دوره نگهداری نسبت به هم نشان ندادند، عدد پیوند دوگانه مزدوج نمونه‌های پودر بادام نیز همین روند را در دمای پایین نشان داد. بنابراین، می‌توان گفت که کاهش دما بر روند اکسایش مغز و پودر بادام موثر بوده است. عدد پیوند دوگانه مزدوج در طول زمان در تمامی نمونه‌ها افزایش یافت که با نتایج سنسی و همکاران (۱۹۹۱)، بایانو و دل نوبیل (۲۰۰۵)، مارتین و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت داشت و نشان دهنده افزایش روند اکسایش در طول زمان می‌باشد (۹، ۲۳ و ٤١). بیشترین پایداری اکسایشی براساس عدد پیوند دوگانه مزدوج، در دمای یخچال و مربوط به نمونه‌های مغز بادام نگهداری شده تحت خلاء و دی‌اکسید کربن و پودر بادام نگهداری شده تحت خلاء بود، زیرا در طول ۱۰ ماه نگهداری تفاوت معنی‌داری در عدد پیوند دوگانه مزدوج آن‌ها مشاهده نشد. کمترین پایداری اکسایشی نیز در نمونه‌ی پودر بادام در دمای محیط و در معرض هوا مشاهده شد که بعد از یک ماه نگهداری تغییر معنی‌داری (P<۰/۰۵) در عدد پیوند دوگانه مزدوج آن دیده شد. در تمام طول دوره نگهداری، عدد پیوند دوگانه مزدوج در نمونه‌های پودر بادام بدون در نظر گرفتن اتمسفر و دمای نگهداری بالاتر از مغز بادام بود. سرعت تشکیل پیوند دوگانه مزدوج در نمونه‌های بسته‌بندی شده (تحت دی‌اکسیدکربن و خلاء) آهسته‌تر از نمونه‌های نگهداری شده در معرض هوا در هر دو دمای نگهداری بود که در این زمینه نتایج مشابه‌ای مرتبط با محصولات اولیه اکسایش توسط والتزکو و لابوزا (۱۹۷٦) در طول نگهداری مواد غذایی نیمه مرطوب در هوا و اتمسفر عاری از اکسیژن و ماسکان و کاراتاس (۱۹۹۹) در طول نگهداری پسته در اتمسفر تغییر یافته (۲درصد هوا و ۹۸درصد دی‌اکسید کربن) و نگهداری شده در معرض هوا در دماهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (۳٤ و ٤٥).

www.SID.ir

Archive of SID

تغییرات شاخص اسید تیوباربیتوریک در طـول دوره نگهـداری: میـانگین تغییـرات شـاخص اسـید تیوباربیتوریک در نمونه‌های مختلف در جدول ۵ نشان داده شده است. شاخص اسـید تیوباربیتوریـک اولیه برای بادام تازه بسیار پایین و در حد ۰/۰۲٤ میلی‌گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم روغن به‌دست آمد. برانسوپ و همکاران (۲۰۰۳) شاخص اسید تیوباربیتوریک را برای روغن استخراج شده از مغـز بـادام تازه‌ی بدون تیمار غیرقابل تعیین گزارش کردند (۱۰). مطـابق نتـایج بـه‌دسـت آمـده، شـاخص اسـید تیوباربیتوریک مغزهای بادام بسته‌بندی شده تحت خلاء و دی‌اکسیدکربن نسبت بـه مغـز بـادام بـدون بسته‌بندی در دمای محیط به ترتیب بعد از ۷ و ۵ ماه، تفـاوت معنـی‌داری (P<۰/۰۵) نشـان دادنـد. در دمای پایین بین شاخص اسید تیوباربیتوریک مغز بادام تحت خلا و مغز بادام بسته‌بندی نشده بعد از ۵ ماه تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) مشاهده شد، در حالی‌که بین شاخص اسید تیوباربیتوریک مغـز بـادام تحت دی‌اکسید کربن و نمونه‌های بسته‌بندی نشده در طول ۱۰ ماه نگهداری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همانند عدد پیوند دوگانه مزدوج در دمای نگهـداری مشـابه بـین شـاخص اسـید تیوباربیتوریـک مغزهای بادام بسته‌بندی شـده (تحـت خـلاء و دی‌اکسـیدکربن) تفـاوت معنـی‌داری در طـول۱۰ مـاه نگهداری مشاهده نشد، این امر در مورد نمونه‌های پودر بادام نیز مشاهده شد. براساس نتایج بـه‌دسـت آمده، در دمای محیط بین شاخص اسید تیوباربیتوریک پودر بادام تحت خلاء و دی‌اکسیدکربن با پودر بادام بسته‌بندی نشده به‌ترتیب بعد از۷ و ۹ ماه تفاوت معنی‌دار (P<۰/۰۵) وجود داشت در حالی‌که در دمای یخچال بعد از ۸ و ۹ ماه به‌ترتیب تفـاوت معنـی‌دار (P<۰/۰۵) وجـود داشـت. کمتـرین میـزان شاخص اسید تیوباربیتوریک (۰/۰۰٦٦ میلی‌گـرم مـالون آلدئیـد بـر کیلـوگرم روغـن) در پایـان دوره نگهداری و آهسته‌ترین تغییر معنی‌دار (در ماه دهم) در این شاخص برای مغز بـادام بسـته‌بنـدی شـده تحت خلاء در دمای یخچال مشاهده شد. هم‌چنـین، بیشـترین میـزان شـاخص اسـید تیوباربیتوریـک (۰/۱۹۳ میلی‌گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم روغن)، در دمای محیط برای پـودر بـادام در معـرض هـوا به‌دست آمد که سریع‌ترین تغییر معنی‌دار را در شاخص اسید تیوباربیتوریک در بین نمونـه‌هـا (در مـاه دوم) داشت. شاخص اسید تیوباربیتوریک نمونه‌های ذخیره شده (مغز و پودر بادام) تحت خلاء نسبت به نمونه‌های نگهداری شده تحت دی‌اکسید کربن و نمونه‌های در معرض هوا در دو دمـای نگهـداری دیرتر دچار تغییرات معنی‌دار در طول زمان شدند. به عبارت دیگر، بسته‌بندی تحت خلاء در به تـاخیر انداختن میزان اکسایش در نمونه‌ها موثرتر بود.

www.SID.ir

جدول ۵. میانگین شاخص اسید تیوباربیتوریک (میلی‌گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم روغن) نمونه‌های بادام در طی ۱۰ ماه نگهداری

Table 5. Main thiobarbituric acid value (mg malonaldehydes/kg)of almond at 10 month storage

دما Temperature	شکل Physical shape	اتمسفر Type of atmosphere	ماه نگهداری Storage time (month) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
محیط Ambient	مغز kernel	هوا air	0/024$^{i}_{A}$	0/049$^{ghi}_{A}$	0/067$^{efgh}_{A}$	0/078$^{efg}_{ABC}$	0/089 $^{ef}_{ABCD}$	0/098 $^{de}_{ABC}$	0/123 $^{cd}_{AB}$	0/145 $^{abc}_{AB}$	0/163 $^{ab}_{AB}$	0/168$^{a}_{AB}$
		خلاء vaccum	0/024$^{f}_{A}$	0/032 $^{f}_{A}$	0/046 $^{ef}_{A}$	0/055$^{def}_{BCDE}$	0/055 $^{def}_{EFG}$	0/068$^{bcde}_{CDEFG}$	0/078$^{abcd}_{DEFGH}$	0/09$^{abc}_{DEFGH}$	0/098$^{ab}_{DEFG}$	0/1 $^{a}_{EFGH}$
		CO_2	0/024$^{h}_{A}$	0/036$^{gh}_{A}$	0/052 $^{efg}_{A}$	0/063$^{defg}_{BCDE}$	0/071$^{cdef}_{ABCDE}$	0/083 $^{bcde}_{BCDE}$	0/089 $^{bcd}_{CDEF}$	0/095 $^{abc}_{DEF}$	0/108 $^{ab}_{DEF}$	0/122$^{a}_{DEF}$
	پودر powdered	هوا air	0/024$^{j}_{A}$	0/036$^{ij}_{A}$	0/057 $^{hi}_{A}$	0/075 $^{fgh}_{A}$	0/095 ^{efg} A	0/123 $^{de}_{A}$	0/139 $^{cd}_{A}$	0/16 $^{bc}_{A}$	0/185 $^{ab}_{A}$	0/193 $^{a}_{A}$
		خلاء vaccum	0/024 $^{i}_{A}$	0/0445$^{hi}_{A}$	0/066$^{efgh}_{A}$	0/08 $^{cdefg}_{AB}$	0/09 $^{cdef}_{ABC}$	0/096 $^{bced}_{ABCD}$	0/104 $^{abcd}_{BCD}$	0/110 $^{abc}_{CD}$	0/126 $^{ab}_{CD}$	0/132 $^{a}_{CD}$
		CO_2	0/024$^{i}_{A}$	0/05 $^{ghi}_{A}$	0/07 $^{fgh}_{A}$	0/08 $^{efg}_{AB}$	0/094 $^{def}_{AB}$	0/108 $^{cde}_{AB}$	0/117 $^{bcd}_{ABC}$	0/135$^{abc}_{ABC}$	0/143 $^{ab}_{BC}$	0/156 $^{a}_{BC}$
یخچال Refrigerator	مغز kernel	هوا air	0/024$^{h}_{A}$	0/039$^{fgh}_{A}$	0/047$^{efgh}_{A}$	0/058$^{defg}_{BCDE}$	0/064$^{cdef}_{BCDEF}$	0/076 $^{cde}_{CDEF}$	0/085 $^{abcd}_{DEFG}$	0/094$^{abc}_{DEFG}$	0/109 $^{ab}_{DEF}$	0/11$^{a}_{DEFG}$
		خلاء vacuum	0/024$^{b}_{A}$	0/028 $^{b}_{A}$	0/03 $^{b}_{A}$	0/032 $^{b}_{E}$	0/03 $^{b}_{G}$	0/034 $^{b}_{H}$	0/045$^{ab}_{I}$	0/05 $^{ab}_{I}$	0/057 $^{ab}_{I}$	0/066 $^{a}_{J}$
		CO_2	0/024$^{c}_{A}$	0/03 $^{c}_{A}$	0/031 $^{de}_{A}$	0/033 $^{de}_{DE}$	0/04 $^{cde}_{FG}$	0/053 $^{abcde}_{FGH}$	0/062$^{abcd}_{EFGHI}$	0/069$^{abc}_{FG:II}$	0/074 $^{ab}_{GHI}$	0/081$^{a}_{GHIJ}$
	پودر powdered	هوا air	0/024$^{h}_{A}$	0/043$^{fgh}_{A}$	0/054 $^{fgh}_{A}$	0/064$^{defg}_{ABCD}$	0/072 $^{def}_{ABCDE}$	0/086 $^{cde}_{BCDE}$	0/093 $^{bcd}_{BCDE}$	0/108 $^{abc}_{CDE}$	0/123 $^{ab}_{CDE}$	0/127$^{a}_{CDE}$
		خلاء vacuum	0/024$^{f}_{A}$	0/036$^{def}_{A}$	0/045$^{abcdef}_{A}$	0/049$^{abcdef}_{BCDE}$	0/05 $^{abcdef}_{EFG}$	0/058$^{abcde}_{EFGH}$	0/063$^{abcd}_{EFGHI}$	0/069$^{abc}_{FG:II}$	0/073 $^{ab}_{GHI}$	0/075 $^{a}_{HIJ}$
		CO_2	0/024$^{h}_{A}$	0/034$^{fgh}_{A}$	0/058$^{bcdfg}_{A}$	0/065$^{bcdf}_{ABC}$	0/06$^{bcdf}_{CDEFG}$	0/065$^{bcdf}_{DEFGH}$	0/072$^{abcd}_{EFGHI}$	0/081$^{abc}_{DEFGHI}$	0/089$^{ab}_{FGH}$	0/098$^{a}_{EFGHI}$

میانگین‌ها در هر ردیف (افقی) با حروف کوچک متفاوت و در هر ستون (عمودی) با حروف بزرگ متفاوت، دارای تفاوت معنی‌دار ($P<$ ۰/۰۵) می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

جانسون و همکاران (۲۰۰۹) به نقل از کارد و همکاران (۱۹۹٦) بیان کردند که اکسیژن مهمترین ترکیب اتمسفر در نگهداری بادام است و غلظت بالای اکسیژن باعث افزایش تند شدن[8] و رشد کپک می‌شود (۲۹). شاخص اسید تیوباربیتوریک پودر بادام در مقایسه با مغز بادام بالاتر بود که علت این امر را می‌توان ناشی از سطح تماس بیشتر پودر بادام در مقایسه با مغز بادام با اکسیژن دانست. مطابق نتایج به‌دست آمده با افزایش زمان، شاخص اسید تیوباربیتوریک و عدد پیوند دوگانه مزدوج سریع‌تر دچار تغییر شدند، افزایش میانگین دمای نگهداری در ۵ ماه دوم (به‌طور متوسط افزایش ۵ درجه‌ای دما) و کاهش مقدار توکوفرول در نمونه‌های بادام و متعاقبا کاهش پایداری اکسیداتیو در طول نگهداری، از علل این امر می‌تواند باشد زیرا مطابق نتایج گارسیا-پاسکال (۲۰۰۳)، چان و همکاران (۲۰۰۵) و فوریه و باسون (۱۹۸۹)، محتوی توکوفرول در طول نگهداری بادام کاهش می‌یابد که این عمل می‌تواند به دلیل عملکرد آنتی‌اکسیدانی توکوفرول در طول اکسایش لیپیدها باشد، دمای نگهداری، جنس بسته‌بندی و میزان دسترسی اکسیژن نیز اثر زیادی در کاهش محتوی توکوفرول دارند (۱۵، ۱۹ و ۲۰). توکروفرول‌ها به‌عنوان آنتی‌اکسیدان اقدام به کندکردن روند اکسایش در مرحله اولیه نگهداری می‌کنند. در مرحله بعد، توکوفرول‌ها توسط واکنش اکسایش مصرف و فرآیند اکسایش سریع‌تر صورت می‌گیرد (۹). بنابراین، کاهش عوامل آنتی‌اکسیدانی در طول دوره نگهداری و افزایش دما هر دو باعث کاهش پایداری اکسایشی بادام در طول زمان شدند.

تغییرات ضریب شکست در طول دوره نگهداری: ضریب شکست اولیه برای بادام تازه ۱/٤٦۷۱ به‌دست آمد. مهران و فیلسوف (۱۹۷٤) محدوده ضریب شکست برای نه واریته مختلف بادام ایرانی را ۱/٤٦۱۷ تا ۱/٤٦۳٦ تعیین کردند (۳۵). فرهوش و توکلی (۲۰۰۸) نیز ضریب شکست بادام گونه‌ی *Amygdalus scoparia* را ۱/٤٦۳۹ گزارش کردند (۱۸). ضریب شکست درتمامی نمونه‌ها در طی ۱۰ ماه نگهداری، تغییر معنی‌داری نشان نداد (داده‌ها نشان داده نشده است). علت این امر می‌تواند پایین بودن دما باشد، اگرچه اکسایش مراحل خود را طی کرد و انتظار افزایش ضریب شکست وجود داشت، اما احتمالا پلیمریزاسیون در این دماها رخ نداده است و محصولات حاصل از اکسایش بدون پلیمریزاسیون باقی مانده‌اند، زیرا پلیمریزاسیون مسئول تغییر در ضریب شکست می باشد (۲۲).

1. Rancid

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

مطابق نتایج به‌دست آمده، نگهداری در دمای پایین همراه با بسته‌بندی تحت خلاء بیشترین اثر رادر به تاخیر انداختن اکسایش مغز و پودر بادام براساس عدد پیوند دوگانه مزدوج و شاخص اسید تیوباربیتوریک داشت. در تمامی نمونه‌ها دمای نگهداری اثر بیشتری از شکل فیزیکی بادام بر شاخص‌های اندازه‌گیری داشت. بسته‌بندی تحت خلاء و دی‌اکسید کربن اثر محافظتی بیشتری در مغز بادام در مقایسه با پودر بادام بر روی عدد پیوند دوگانه مزدوج و شاخص اسید تیوباربیتوریک نشان داد. پودر بادام در مقایسه با مغز بادام دچار تغییرات سریع‌تری در شاخص‌های اندازه‌گیری شد. در دمای نگهداری و شکل فیزیکی مشابه بین شاخص اسید تیوباربیتوریک و عدد پیوند دوگانه مزدوج نمونه‌های بسته‌بندی شده (تحت خلاء و دی‌اکسیدکربن) تفاوت معنی‌داری ($P>0/05$) در طول ۱۰ ماه نگهداری مشاهده نشد. بنابراین، نتایج بدست آمده نشان داد که به‌کار بردن دمای پایین، بسته‌بندی (خلاء بیشتر از دی‌اکسید کربن) و کاهش سطح تماس (مغز بادام بیشتر از پودر بادام) به‌ترتیب در به تاخیر انداختن اکسایش و پایداری اکسایشی بادام موثر بودند.

منابع

1. Abbey, M., Noakes, M., Belling, G.B., and Nestel, P.J. 1994. Partial replacement of saturated fatty acids with almonds or walnuts lowers total plasma cholesterol and low-density-lipoprotein cholesterol. The American journal of clinical nutrition. 595: 995-999.
2. Agunbiade, S.O., and Olanlokun, J.O. 2006. Evaluation of some nutritional characteristics of Indian almond Prunus amygdalus nut. Pakistan Journal of Nutrition. 54: 316-318.
3. Ahmad, Z. 2010. The uses and properties of almond oil. Complementary Therapies in Clinical Practice. 161: 10-12.
4. Ahrens, S., Venkatachalam, M., Mistry, A.M., Lapsley, K., and Sathe, S.K. 2005. *Almond Prunus dulcis* L. protein quality. Plant Foods for Human Nutrition. 603: 123-128.
5. AOAC, Official Method of Analysis. 2005. Arlington, VA, USA.
6. AOCS 1998. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, 3rd edn. Champaign, USA.
7. AOCS, Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 4th edn., AOCS Press, Champaign, 1995. Method Cd 19-90.

www.SID.ir

Archive of SID

8. Aslanta, R., Güleryüz, M., and Turan, M. 2001. Some chemical contents of selected almond Prunus amygdalus Batsch types. Cahiers Options Méditerranéennes. 56: 347-350.
9. Baiano, A., and Del Nobile, M.A. 2005. Shelf life extension of almond paste pastries. Journal of food engineering. 664: 487-495.
10. Buransompob, A., Tang, J., Mao, R., and Swanson, B.G. 2003. Rancidity of walnuts and almonds affected by short time heat treatments for insect control. Journal of food processing and preservation. 276: 445-464.
11. Carson, K. J., Collins, J. L., & Penfield, M. P. 1994. Unrefined, dried apple pomace as a potential food ingredient. Journal of Food Science. 59(6): 1213-1215.
12. Chandrasekara, N., and Shahidi, F. 2011. Oxidative stability of cashew oils from raw and roasted nuts. Journal of the American Oil Chemists' Society. 888: 1197-1202.
13. Chen, C.Y., Lapsley, K., and Blumberg, J. 2006. A nutrition and health perspective on almonds. Journal of the Science of Food and Agriculture. 8614: 2245-2250.
14. Cherif, A., Sebei, K., Boukhchina, S., Kallel, H., Belkacemi, K., and Arul, J. 2004. Kernel fatty acid and triacylglycerol composition for three almond cultivars during maturation. Journal of the American Oil Chemists' Society. 8110: 901-905.
15. Chun, J., Lee, J., and Eitenmiller, R.R. 2005. Vitamin E and oxidative stability during storage of raw and dry roasted peanuts packaged under air and vacuum. Journal of Food Science. 704: 292-297.
16. Chung, K.H., Shin, K.O., Hwang, H.J., and Choi, K.S. 2013. Chemical composition of nuts and seeds sold in Korea. Nutrition research and practice. 72: 82-88.
17. Epand, R.M. 1998. Lipid polymorphism and protein–lipid interactions. Biochimica et Biophysica Acta BBA-Reviews on Biomembranes. 13763: 353-368.
18. Farhoosh, R., and Tavakoli, J. 2008. Physicochemical properties of kernel oil from Amygdalus scoparia growing wild in Iran. Journal of Food Lipids. 154: 433-443.
19. Fourie, P.C., and Basson, D.S. 1989. Changes in the tocopherol content of almond, pecan and macadamia kernels during storage. Journal of the American Oil Chemist's Society. 668: 1113-1115.
20. Garcia-Pascual, P., Mateos, M., Carbonell, V., and Salazar, D.M. 2003. Influence of storage conditions on the quality of shelled and roasted almonds. Biosystems engineering. 842: 201-209.

www.SID.ir

Archive of SID

21. Givianrad, M.H., Saber-Tehrani, M., and Jafari Mohammadi, S.A. 2013. Chemical composition of oils from wild almond Prunus scoparia and wild pistachio Pistacia atlantica. grasas y aceites. 641: 77-84.
22. Gray, J. I. 1978. Measurement of lipid oxidation: a review. Journal of the American Oil Chemist's Society. 556: 539-546.
23. Griel, A.E., and Kris-Etherton, P.M. 2006. Tree nuts and the lipid profile: a review of clinical studies. British Journal of Nutrition. 96S2: S68-S78.
24. Guadagni, D.G., Soderstrom, E.L., and Storey, C.L. 1978. Effect of controlled atmosphere on flavor stability of almonds. Journal of Food Science. 434: 1077-1080.
25. Guillén, M.D., and Cabo, N. 2002. Fourier transform infrared spectra data versus peroxide and anisidine values to determine oxidative stability of edible oils. Food Chemistry. 774: 503-510.
26. IUPAC International Union of Pure and Applied Chemistry. 1987. Method 2.505. Evidence of purity and deterioration from ultraviolet spectrophotometry. In Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives, 7th ed. C. Paquot and A. Hautfenne, eds.. Blackwell Scientific. Palo Alto, Calif, 212-213.
27. Jahanban Esfahlan, A., Jamei, R., and Jahanban Esfahlan, R. 2010. The importance of almond Prunus amygdalus L. and its by-products. Food Chemistry. 1202: 349-360.
28. Jenkins, D.J., Kendall, C.W., Marchie, A., Parker, T. L., Connelly, P.W., Qian, W., and Spiller, G.A. 2002. Dose response of almonds on coronary heart disease risk factors: blood lipids, oxidized low-density lipoproteins, lipoprotein a, homocysteine, and pulmonary nitric oxide a randomized, controlled, crossover trial. Circulation. 106(11): 1327-1332.
29. Johnson, J.A., Yahia, E.M., and Brandl, D.G. 2009. Dried fruits and tree nuts. Modified and controlled atmospheres for the storage, transportation and packaging of horticultural commodities. 507-526.
30. Kazantzis, I., Nanos, G.D., and Stavroulakis, G.G. 2003. Effect of harvest time and storage conditions on almond kernel oil and sugar composition. Journal of the Science of Food and Agriculture. 834: 354-359.
31. Lopez-Duarte, A.L., and Vidal-Quintanar, R.L. 2009. Oxidation of linoleic acid as a marker for shelf life of corn flour. Journal of Food Chemistry. 1142: 478-483.
32. Martin, M.B.S., Fernandez-Garcia, T.E. R.E.S.A., Romero, A., and Lopez, A. 2001. Effect of modified atmosphere storage on hazelnut quality. Journal of food processing and preservation. 255: 309-321.
33. Martínez-Gómez, P., Sánchez-Pérez, R., and Dicenta, F. 2007. Almond. In: Fruits and Nuts. Chittaranjan Kole., Springer Berlin Heidelberg, New York, Pp: 229-242.

www.SID.ir

Archive of SID

34. Maskan, M., and Karataş, Ş. 1999. Storage stability of whole-split pistachio nuts Pistachia vera L. at various conditions. Food chemistry. 662: 227-233.
35. Mehran, M., and Filsoof, M. 1974. Characteristics of Iranian almond nuts and oils. Journal of the American Oil Chemists Society. 5110: 433-434.
36. Mexis, S. F., and Kontominas, M. G. 2010. Effect of oxygen absorber, nitrogen flushing, packaging material oxygen transmission rate and storage conditions on quality retention of raw whole unpeeled almond kernels Prunus dulcis. LWT-Food Science and Technology. 431: 1-11.
37. Mexis, S.F., Badeka., and Kontominas, M.G. 2009. Quality evaluation of raw ground almond kernels Prunus dulcis: Effect of active and modified atmosphere packaging, container oxygen barrier and storage conditions. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 104: 580-589.
38. Özcan, M. M., Ünver, A., Erkan, E., and Arslan, D. 2011. Characteristics of some almond kernel and oils. *Scientia Horticulturae*, 1273, 330-333.Roasting and packaging in nitrogen atmosphere protect almond var. Guara against lipid oxidation. Food Science and Technology International. 176: 529-540.
39. Safari, M., and Alizadeh, H. 2007. Oil composition of Iranian major nuts. Journal of Agricultural Science. 9: 251-256.
40. Sanchez-Bel, P., Egea, I., Pretel, M.T., Flores, F.B., Romojaro, F., and Martínez-Madrid, M.C. 2011. Roasting and packaging in nitrogen atmosphere protect almond var. Guara against lipid oxidation. Food Science and Technology International. 176: 529-540.
41. Senesi, E., Rizzolo, A., and Sarlo, S. 1991. Effect of different packaging conditions on peeled almond stability. Italian Journal of Food Science. 3:209-18.
42. Severini, C., Gomes, T., De Pilli, T., Romani, S., and Massini, R. 2000. Autoxidation of packed almonds as affected by Maillard reaction volatile compounds derived from roasting. Journal of agricultural and food chemistry. 4810: 4635-4640.
43. Severini, C., Pilli, T. D., Baiano, A., and Gomes, T. 2003. Autoxidation of packed roasted almonds as affected by two packaging films. Journal of food processing and preservation. 274*:* 321-335.
44. Venkatachalam, M., and Sathe, S. K. 2006. Chemical composition of selected edible nut seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 5413*:* 4705-4714.
45. Waletzko, P., and Labuza, T.P. 1976. Accelerated shelf-life testing of intermediate moisture food in air and in an oxygen-free atmosphere. Journal of Food Science. 416: 1338-1344.
46. Yada, S., Lapsley, K., and Huang, G. 2011. A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrients. Journal of Food Composition and Analysis. 244: 469-480.

www.SID.ir

Archive of SID

EJFPP, Vol. 7 (2): 77-96
http://ejfpp.gau.ac.ir

Survey shelf life of whole kernel and powdered almond at different temperature and packaging condition

M. Raeisi[1*], M. Gorbani[2], M. Kashaninejad[2] and A.R. Sadeghi Mahoonak[2]
[1]M.Sc. Student, Dept. of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan,
[2] Associate Prof., Dept. of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Received: 2014/06/21 ; Accepted: 2015/05/06

Abstract

Background and objectives: Tree nuts and their oils contain bioactive materials which have vital roles in improving human's health. Degradation and decreasing the quality of the nuts especially in almond which have high fat is related to the oxidation. The quality of stored almond depends mainly on the kernel moisture and fat content, storage temperature, relative humidity, oxygen level, type of packaging, the form of stored nut (in-shell or shelled, peeled, roasted, etc).

Materials and methods: In this research, the stability of Mamaei variety almond (*Prnus amygdolus Batsch cv. Mamaei)* in two physical shape (kernel and powdered) was evaluated by conjugated dienes (K232), thiobarbituric acid (TBA), index for primary and secondary oxidation products of lipid oxidation, respectively and refractive index (RI) for 10 months in the three different storage conditions, included: to expose in the direct environment air, packaging under vacuum, packaging under CO_2 at ambient and refrigeration temperature in dark condition.

Results: The effect of temperature, type of atmosphere and physical shape of almond (kernel and powder) was significant ($P\leq0.05$) on conjugated dienes value (K232) and thiobarbituric acid index (TBA). The refractive index of fresh almond obtained 1.4671 and all samples was not showed any changes during10 months of storage significantly ($P\leq0.05$). conjugated dienes value (K232) range was obtained 3.795 µmol/g in fresh almond and 11.95 µmol/g in powdered almond in the environment air exposition and in the ambient temperature. Moreover, the amount

* Corresponding author; raisi_marzi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

of thiobarbituric acid index (TBA) was between 0.024 mg to 0.193mg malonaldehydes/kg almond oil for fresh almond and powdered almond in the temperature and exposition the environment air, respectively. Packaging under vacuum and CO_2 had more protective effect on the kernel than powdered on the conjugated dienes value (K232) and thiobarbituric acid index (TBA). However, at least of changes in the conjugated dienes value (K232) and thiobarbituric acid index (TBA) was related to the almond kernel under vacuum packaging and the refrigeration temperature storage.

Conclusion: According to the results, these factors were affected in delaying of the oxidation as well as low temperature had higher effect than packaging and the packaging had higher effect than physical shape, respectively. also, storaging in low temperature with packag under vacuum most effect on delay oxidation (increase shelf life) of almond kernel and powder according conjugated dienes value (K232) and thiobarbituric acid index (TBA).

Keywords: Almond, Oxidation, Packaging, Thiobarbituric acid index, Conjugated dienes

www.SID.ir