نشریه پژوهشهای صنایع غذایی ایران، سال ۱۳۸۸، جلد۵، شماره ۱، ص ۱۱-۲۰

تأثیر روش بسته بندی و دمای نگهداری بر خصوصیات شیمیایی و حسی بیسکویت فشرده

مهسا ضیابخش دیلمی[۱]، ناصر صداقت[۲*] و فخری شهیدی[۳]

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۳

چکیده

بیسکوئیت فشرده از اختلاط مواد خشک (آرد گندم، آرد سویا و شکر) با روغن و محلول پیوند دهنده تهیه شده و نمونه‌ها با تکنیک فشرده سازی تولید شدند. سپس نمونه‌ها در آلومینیوم فویل پیچیده و با سه تکنیک بسته بندی هوای معمولی، خلاء و همراه با جاذب اکسیژن در کیسه‌های پلاستیکی پنج لایه بسته بندی و در دو دمای محیط (۱ ± ۲۰) و C° ۴۰ به مدت ۱۲ هفته نگهداری شدند. ویژگی‌های شیمیایی (فعالیت آب، عدد پراکسید، درصد اسید چرب آزاد، pH) و حسی (طعم، بافت، پذیرش کلی) بعنوان تابعی از نوع بسته بندی، دما و زمان نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفتند. بررسی‌ها نشان داد که تنها بسته بندی تحت خلاء در دمای بالا a_w را حفظ کرده. اما بسته بندی روی میزان اسید چرب آزاد اثر معنی داری نداشت. اعداد پراکسید حاکی از اکسیداسیون بیشتر در بسته‌های معمولی بوده و همچنین تفاوت معنی داری بین pH نمونه‌های وکیوم شده و حاوی جاذب اکسیژن نسبت به بسته با هوای معمولی مشاهده نشد. بررسی نشان داد که دما و بسته بندی بر روی ویژگی‌های حسی تأثیر معنی داری نداشت. اما امتیاز طعم و پذیرش کلی در بسته‌های حاوی جاذب اکسیژن بیشتر بود. با توجه به ضریب همبستگی بسیار خوب بین امتیازات حسی طعم و عدد پراکسید این نتیجه حاصل شد که اکسیداسیون را می‌توان عامل اصلی کاهش طعم نمونه‌ها دانست. اثر زمان بر کلیه پارامترهای شیمیایی و حسی معنی دار بود. اما هیچ یک خارج از استاندارد نبوده و مردود شمرده نشدند. در نهایت مشخص شد که نمونه‌های بیسکوئیت فشرده در هر سه نوع بسته بندی طی۱۲ هفته پایدار می‌باشند.

واژه های کلیدی: بیسکوئیت فشرده، جاذب اکسیژن، بسته بندی تحت خلاء، ارزیابی حسی

مقدمه

غذاهای فشرده شامل دسته بزرگی از محصولات مانند بیسکویت‌های غنی‌شده، قالب‌های فشرده شده و خمیرهای با دانسیته بالای مواد مغذی می‌باشد. بیسکوئیت فشرده خشک بدلیل مزایای عدم نیاز به آماده سازی، زمان ماندگاری طولانی، درصد فساد پذیری پایین، دانسیته بالای انرژی و مواد مغذی و حمل و توزیع آسان بطور گسترده‌تری مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۴) در زلزله ۱۳۸۲ بم مقادیر زیادی بیسکویت‌های با انرژی / پروتئین بالا (HEBs[4]) به طور گسترده توزیع شد (۲۴).

بیسکوئیت‌های فشرده خشک جزء IMF محسوب می‌شوند (۸) و حاوی ۴۵-۳۵٪ چربی برای تامین کالری و اسیدهای چرب ضروری می‌باشند (۱۴). سیستم‌های جذبی اکسیژن شامل پنج دسته کلی جاذب‌های بر پایه ترکیبات فلزی[5]، بر پایه ترکیبات شیمیایی غیر فلزی[1]، جاذب‌های

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email: sedaghat@um.ac.ir)

4- High Energy Biscuit
5- Metal-complex scavengers

رنگی حساس به نور[۲]، انواع آنزیمی[۳] و جاذب‌های بر پایه ترکیبات سنتز شده هم[۴] می‌باشند (۲۱). آهن اصلی ترین ترکیب فعال در اغلب جاذب‌های بر پایه ترکیبات فلزی می‌باشد. آهن نسبتا ارزان، ایمن، دارای گواهینامه[۵] FDA بوده و سرعت واکنش آن با اکسیژن قابل تنظیم بوده و تمایل آن به اکسیژن از اغلب مواد غذایی بیشتر است. این جاذب‌ها معمولا بصورت بالشتک کوچک درون بسته ماده غذایی جای می گیرند و غلظت اکسیژن فضای درون بسته را به کمتر از ۰/۰۱ درصد می‌رسانند (۲۱). سرعت جذب اکسیژن به غلظت اکسیژن و دما و رطوبت وابسته در بسته‌های شیشه ای که هوا وارد آن نمی شد سرعت جذب اکسیژن ml/l O_2/h ۱۵-۱۰. در c° ۲±۲۲ بود (کلین و نوور، ۱۹۹۰) (۲۱،۱۶). مطالعات بیانگر افزایش معنی دار زمان ماندگاری بسیاری از مواد غذایی از جمله نان سفید (۱۸)، مغزها و مواد IMF برای برنامه‌های فضایی (۲۴) می‌باشد. کارایی جاذب‌های اکسیژن در افزایش زمان ماندگاری کراکرهای گندمی نیز به اثبات رسیده است (۷). همچنین تأثیر مثبت جاذب اکسیژن بر کاهش اکسیداسیون چربی و ویژگی‌های حسی ماهی سیم سرطلایی (گانکالوز و همکاران، ۲۰۰۴) و جلوگیری از اکسیداسیون نیبوشی[۶] (ماهی کولی جوشانده شده و خشک شده) در دمای C°۲۵ (تاکی گوچی، ۱۹۹۶) نیز گزارش شده است. در بررسی رابطه تغییرات شیمیایی و پذیرش بیسکوئیت‌های فشرده با افزایش دما افزایش شدید قهوه ای شدن رخ داد که توسط فلورسانس اندازه گیری شد و نتایج حاکی از آن بود که حداکثر تخریب در این گروه از محصولات طی دو سال نگهداری در ۳۸ درجه سانتیگراد رخ می‌دهد (۱۷).

در زمینه تولید بیسکوئیت‌های فشرده در کشور کار چندانی صورت نگرفته و در تحقیق حاضر هدف تولید بیسکوئیت‌های مذکور با رعایت استانداردهای موجود و همچنین بررسی تأثیر روش بسته بندی و دمای نگهداری بر خصوصیات شیمیایی و حسی آنها می‌باشد.

مواد و روش ها

آماده سازی نمونه‌های غذای فشرده

فرمولاسیون بیسکوئیت فشرده شامل آرد گندم، آرد سویا و شکر، روغن و عصاره مالت بود. آرد سویا از شرکت سویا توس ومحلول پیوند دهنده عصاره مالت در مرکز پژوهشی بسته بندی دانشگاه فردوسی تهیه شد. آرد گندم، شکر و روغن از فروشگاه‌های در سطح شهر خریداری شد و نوع مواد اولیه در تمام نمونه‌ها یکسان بود. مخلوط پایه حاوی آرد گندم، سویا، شکر ، عصاره مالت و روغن بودند که پس از پنج ثانیه اختلاط در مخلوط کن قالب گیری و ۱۰۰ گرم مخلوط نهایی، داخل قالب مخصوص طراحی شده ریخته و تحت فشار Psi ۱۰۰ به مدت ۱ دقیقه توسط پرس هیدرولیک (جیم پرس) فشرده شد. نمونه‌های فشرده شده بعد از خشک شدن در دمای اتاق خنک شدند. به منظور جلوگیری از تأثیر نور بر پارامترهای مورد ارزیابی، نمونه‌ها درون آلومینیوم فویل پیچیده شدند. از سه تکنیک متفاوت بسته بندی معمولی، استفاده از جاذب اکسیژن و بسته بندی تحت خلاء استفاده گردید. جاذب‌های اکسیژن (آجلس[۷]، Mitsubishi Gas Chemical Co.) بر پایه اکسید آهن و به فرم بالشتی بودند که در یک سوم بسته‌ها و در هر بسته یک عدد قرار داده شد. بسته بندی نمونه‌های پوشش

1- Nonmetal chemical-complex
2- Photosensitive dye scavengers
3- Enzyme scavengers
4- Synthetic heme-complex scavengers
5- FDA (Food and Drug Admistration)
6- Niboshi (boiled and dried ancovy)
7- Ageless®

داده شده در فویل آلومینیومی درکیسه‌های پلاستیکی پنج لایه (دو لایه پلی اتیلن، دو لایه پلی آمید، یک لایه چسب) به ضخامت μ ۸۰ تهیه شده از مرکز تحقیقات بسته بندی مواد غذایی (RCFP)[1] دانشگاه فردوسی انجام شد. درب تمامی بسته‌ها توسط دوخت حرارتی(هنکلمن[2] مدل A ۲۰۰) محکم بسته شد. نمونه‌های بسته بندی شده، برای بررسی‌های بعدی در دمای محیط (۱ ± ۲۰) و دمای ۴۰ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. فواصل انجام آزمون‌ها دو هفته و کل مدت زمان ارزیابی ۱۲ هفته بود.

آزمون‌های شیمیایی

تمام نمونه‌ها در دو تکرار از لحاظ pH (pHمتر متروم ۶۹۱) (۳)، فعالیت آب(دستگاه سنجش a_w تستو ۴۰۰) (۲)، اسیدیته و عدد پراکسید مورد بررسی قرار گرفتند. فعالیت آب تمام نمونه‌ها با استفاده از معادله کلاسیوس-کلاپیرون در ۲۵ درجه سانتیگراد محاسبه گردید (۱۶). روغن نمونه‌ها به روش سرد با استفاده از حلال هگزان استخراج شد و هگزان با استفاده از هود تحت خلاء و در دمای اتاق تبخیر گردید. روغن استخراجی بلافاصله برای اندازه گیری اسید چرب آزاد مطابق با استاندارد ملی شماره۳۷ (۱۳۷۱) (۳) و اندیس پراکسید مطابق با روش پیشنهادی شانتا و مورد آزمون قرار گرفت (۱۹).

ارزیابی حسی (طعم، بافت، پذیرش کلی)

در ارزیابی حسی ۱۰ نفر از دانشجویان علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی مشهد با حدود سنی ۳۰-۲۲ سال بعنوان داور شرکت کردند. از روش مقیاس هدونیک[3] پنج نقطه ای (۱= بسیار بد، ۲= بد، ۳= نه خوب نه بد، ۴= خوب، ۵= بسیار خوب) استفاده شد. هر داور قطعه ای به ابعاد ۱×۱×۱ سانتیمتر از نمونه (از هر تیمار یک قطعه) که توسط کد تفکیک شده بودند را بصورت تصادفی و انفرادی تست کرده و بین هر مرحله تشخیص آب تازه نوشیده می‌شد. نمره ۲/۵ از ۵ نقطه انقطاع پذیرش محصول انتخاب شده بود (۶).

بررسی آماری

از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در دو تکرار استفاده گردید. میانگین‌ها با نرم افزار MSTATC و براساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار[4] در سطح ۵ درصد ($P<۰/۰۵$) مورد بررسی قرار گرفته و نمودارها با استفاده از نرم افزار Microsoft Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

فعالیت آب

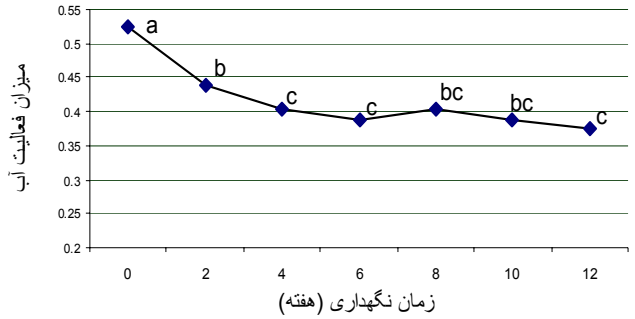
نتایج آزمون‌های شیمیایی به تفکیک نوع بسته بندی و دمای نگهداری در جدول ۱ نشان داده شده است. مقادیر a_w نمونه‌های بسته بندی شده همراه جاذب و بسته بندی معمولی تفاوت معنی داری ($p>۰/۰۵$) با یکدیگر نشان ندادند. این در حالی است که نمونه‌های بسته بندی شده تحت خلاء نسبت به نمونه‌های این دو تیمار مقادیرa_w بالاتری داشتند که از نظر آماری این تفاوت معنی دار ($p<۰/۰۵$) بود. این امر احتمالا بواسطه کاهش رطوبت نمونه بدلیل تبادل رطوبتی با محیط داخل بسته میباشد. با توجه به اینکه حجم فضای داخلی، در بسته‌های وکیوم شده حداقل و در بسته‌های معمولی و حاوی جاذب تقریبا یکسان بوده است، این نتایج قابل قبول به نظر می‌رسد. در بررسی اثر متقابل نوع بسته بندی و دمای نگهداری بر فعالیت آب نمونه ها، تفاوت a_w در دو دمای ۴۰°C و دمای محیط، در بسته‌های معمولی و

1- Research Center of Food Packaging
2- Henkelman vacuum systems
3- Hedonic Scale
4- LSD(Least Significant Difference)

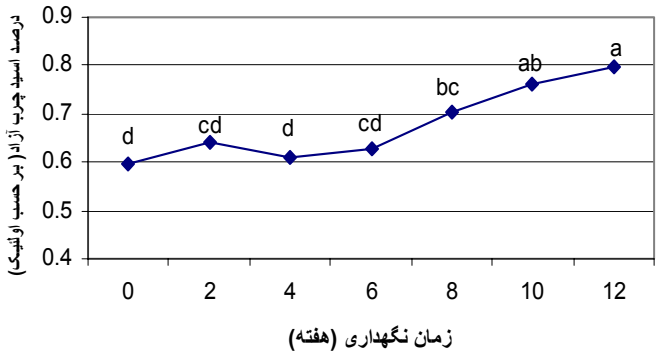
حاوی جاذب، معنی دار بود ($p <$ ۰/۰۵). می‌توان چنین نتیجه گرفت که تنها بسته بندی‌های تحت خلاء توانستند در دمای بالا a_w محصول را حفظ نمایند. کاهش a_w بر خصوصیات بافتی نمونه تأثیر گذار بوده و می‌تواند باعث تغییرات نامطلوب در آن گردد (۶۳). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، a_w در هفته دوم نسبت به زمان صفر کاهش معنی دار ($p <$ ۰/۰۵) داشت این در حالی است که از بعد ازهفته ۲ تا هفته ۱۲تغییرات a_w معنی دار نمی باشد ($p >$ ۰/۰۵) می‌توان گفت طی دو هفته اول تبادلات رطوبتی نمونه و فضای داخل بسته رخ داده است و از هفته هشتم به بعد احتمالا نمونه و محیط بسته از نظر رطوبتی تقریبا به تعادل رسیده اند.

اسید چرب آزاد

در مقایسه مقادیر اسید چرب آزاد در سه نوع بسته بندی (جدول ۱) تحت تأثیر دمای نگهداری تفاوت معنی داری ($p >$ ۰/۰۵) مشاهده نشد. با توجه به اینکه تأثیر اصلی بسته بندی‌های استفاده شده بر غلظت اکسیژن داخل بسته بوده و غلظت اکسیژن از عوامل موثر در واکنش هیدرولیز نمی‌باشد، این امر قابل توجیه است. اما در مطالعه اثر زمان نگهداری (شکل ۲) نتایج نشان داد که طی ۱۲ هفته نگهداری، شاهد روند افزایشی کند ولی معنی‌داری ($p <$ ۰/۰۵) در مقادیر اسید چرب آزاد نمونه‌ها بودیم، که آنرا باید به پیشرفت واکنش هیدرولیز روغن طی نگهداری مرتبط دانست. نمونه‌های نگهداری شده در ۴۰°C نسبت به انواع نگهداری شده در دمای محیط در صد بیشتری اسید چرب آزاد داشتند که این تفاوت به لحاظ آماری معنی دار بود ($p <$ ۰/۰۵). با توجه به تأثیر دما بر سرعت واکنش هیدرولیز چربی‌ها این نتیجه قابل انتظار بود.



شکل ۱. نمایش تأثیر زمان نگهداری بر فعالیت آب نمونه‌های بیسکوئیت فشرده



شکل ۲. نمایش تأثیر زمان نگهداری بر در صد اسید چرب آزاد نمونه‌های بیسکوئیت فشرده

عدد پراکسید

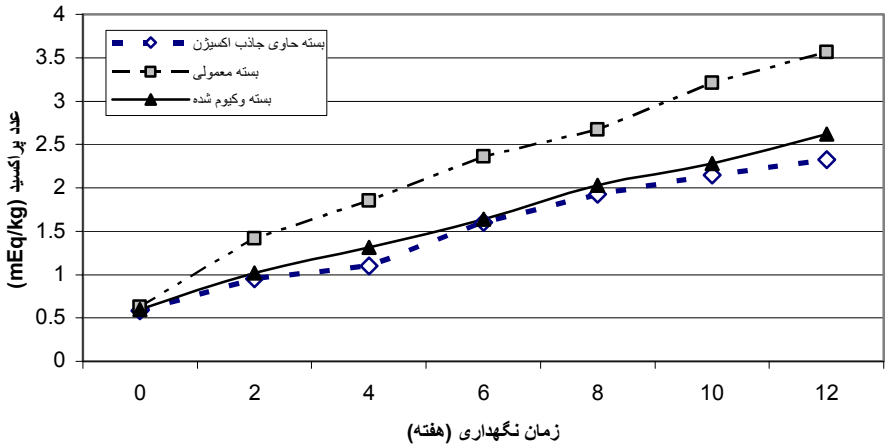
در بررسی اعداد پراکسید نمونه‌ها در سه نوع بسته بندی (جدول ۱)، مشاهده شد که مقادیر عدد پراکسید در دو بسته بندی همراه جاذب و تحت خلاء تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند ($p>۰/۰۵$) ولی در نمونه‌های حاوی جاذب عدد پراکسید کمتر از نمونه‌های تحت خلاء بود. عدد پراکسید نمونه‌های بسته بندی معمولی بطور معنی داری ($p<۰/۰۵$) بالاتر از نمونه‌های بسته شده همراه با جاذب و تحت خلاء بود. با توجه به تأثیر غلظت اکسیژن در سرعت وقوع واکنش اکسیداسیون چربی‌ها می‌توان نتیجه گرفت که هر دو تکنیک بسته بندی تحت خلاء و استفاده از جاذب اکسیژن بطور موثری غلظت اکسیژن فضای بسته را کاهش داده اند. در مطالعات مرکز تحقیقات ناتیک، بر روی جیره غذایی اضطراری نیز تأثیر استفاده از جاذب‌های اکسیژن در کاهش عدد پراکسید نسبت به نمونه‌های بسته بندی معمولی گزارش گردیده است (۱۷). با توجه به اینکه جاذب‌های اکسیژن اجلس غلظت اکسیژن درون بسته را به کمتر از ۰/۰۱ ٪ (۱۰) و خلاء به ۳ ٪-۲ ٪ کاهش می‌دهد (۲۳)، کمتر بودن عدد پراکسید در نمونه‌های همراه جاذب نسبت به نمونه‌های تحت خلاء منطقی و قابل انتظار می‌باشد.

با توجه به جدول ۳-۱، با توجه به افزایش دما در تسریع اکسیداسیون، عدد پراکسید نمونه‌های نگهداری شده در دمای محیط از نمونه‌های نگهداری شده در $۴۰^{\circ}C$ پایین تر بود. و این نمونه‌ها طی ۱۲ هفته نگهداری در فاز تأخیر قرار داشتند.

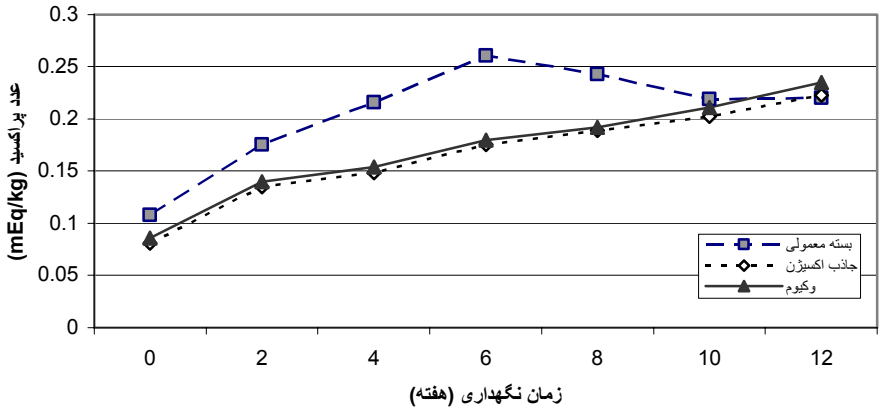
بررسی تأثیر همزمان دما و نوع بسته بندی بر میزان پراکسید نشان داد که در بسته‌های معمولی نگهداری شده در $۴۰^{\circ}C$، فاز تأخیر وجود نداشت و میزان پراکسید به سرعت در اثر اکسیداسیون افزایش یافته و به سمت حداکثر رفت. به دلیل حضور اکسیژن در بسته، شاهد این اکسیداسیون سریع بودیم. نمونه‌های حاوی جاذب اکسیژن و نمونه‌های تحت خلاء که در $۴۰^{\circ}C$ نگهداری شده بودند طی ۱۲ هفته در فاز تأخیر قرار داشتند. مشابه نتایج برنزون و ساگوئی جاذب اکسیژن در طولانی تر کردن فاز تأخیر قبل از تشکیل پراکسید موثر بوده است (۷).

با توجه به شکل ۴ می‌توان اینگونه قضاوت کرد که، طی مدت ارزیابی (۱۲ هفته)، جاذب اکسیژن و بسته بندی تحت خلاء در دمای بالا ($۴۰^{\circ}C$) نیز بطور مناسب سرعت اکسیداسیون را کاهش داد بوده اند. با مقایسه شیب نمودارهای بسته حاوی جاذب اکسیژن در شکل (۳) و (۵) (R^2=۰/۹۴۳۹، y=۰/۰۲۱۵x+۰/۰۷۹۲؛ R^2=۰/ ۹۸۳، y=۰/۳۰۲۱x+۰/۳۱ به ترتیب در دمای محیط و$۴۰^{\circ}C$) مشاهده می‌شود که جاذب اکسیژن در دمای محیط، در کاهش سرعت اکسیداسیون موثر تر بوده است. با در نظر داشتن این نتیجه و یافته‌های برنزون و ساگوئی که اعلام کردند سرعت جذب اکسیژن توسط جاذب‌های اکسیژن در دمای $۳۵^{\circ}C$ بیشتر از $۲۵^{\circ}C$ است (۷)، می‌توان گفت استفاده از جاذب اکسیژن نمی تواند جایگزین شرایط معیین کاهش سرعت اکسیداسیون مثل دمای پایین نگهداری، استفاده از روغن با کیفیت بالا، افزودن آنتی اکسیدان موثر و اطمینان از عدم وجود عوامل اکسیداسیون (مانند Fe^{+2}) در مواد تشکیل دهنده باشد. در تحقیقات برنزون[1] و همکاران بر روی کراکر گندمی طی ۴۴ هفته نگهداری در دمای $۲۵^{\circ}C$ و بالاتر، استفاده از جاذب اکسیژن به تنهایی برای ممانعت از اکسیداسیون و افزایش زمان ماندگاری کافی نبود (۷).

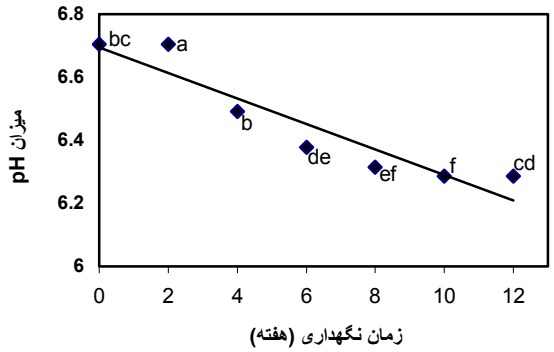
1- Berenzon



شکل ۳. نمایش تأثیر نوع بسته بندی بر عدد پراکسید نمونه‌های بیسکوئیت فشرده در طی زمان نگهداری در دمای ۴۰°C



شکل ۴. نمایش تأثیر نوع بسته بندی بر عدد پراکسید نمونه‌های بیسکوئیت فشرده در طی زمان نگهداری در دمای محیط



شکل ۵. نمایش تأثیر زمان نگهداری بر میزان pH نمونه‌های بیسکوئیت فشرده

جدول۱. نمایش تأثیر نوع بسته بندی و دمای نگهداری بر ویژگی‌های شیمیائی نمونه‌های بیسکوئیت فشرده

آزمون‌های شیمیایی	نوع بسته بندی					
	معمولی		جاذب اکسیژن		وکیوم	
	۲۴±۱c°	۴۰c°	۲۴±۱c°	۴۰c°	۲۴±۱c°	۴۰c°
فعالیت آب (a_w)	۰/۴۲۳۷ b	۰/۳۶۹۵c	۰/ ۴۵۱۷ ab	۰/۳۳۴۵c	۰/۴۷۲۱ a	۰/۴۴۶۸ab
اسید چرب آزاد (بر حسب اولئیک)	۰/۶۳۵۸ b	۰/۷۲۳۸a	۰/۶۷۴۵ ab	۰/۷۲۵۳a	۰/۶۴۷۲ab	۰/۶۵۱۹ab
pH	۶/۴۱۹a	۶/۴۱۲ ab	۶/۴۵a	۶/۴۲۹a	۶/۴۱۵ab	۶/۳۵۸b
عدد پراکسید(mEq/kg)	۰/۲۰۶cd	۰/۴۹۱a	۰/۱۶۵d	۰/۲۴۲bc	۰/۱۷۱۱d	۰/۲۶۶۷b

pH

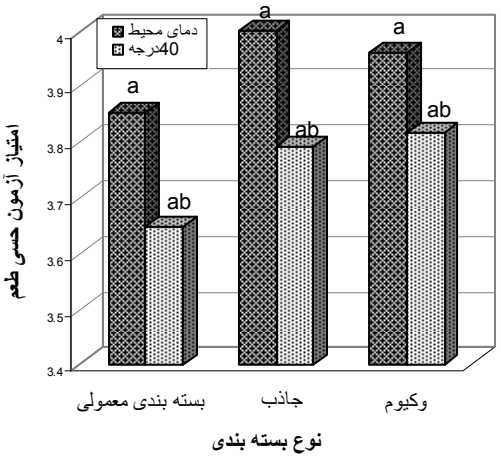
در دمای اتاق و دمای ۴۰c° تفاوت مقادیر pH نمونه‌های حاوی جاذب اکسیژن و وکیوم شده با بسته بندی معمولی معنی دار نبود ($p>۰/۰۵$) . همانطور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود مقادیر pH طی ۱۲ هفته روند کاهشی کند و معنی داری نشان دادند ($p<۰/۰۵$). با توجه به روند افزایشی مقدار اسید چرب آزاد می‌تواند آن را مسئول بخشی از تغییرات کاهشی pH دانست. گزارش شرستا و نوم هورم در بررسی بیسکوئیت‌های غنی شده با آرد سویا و کینما نیز موءید چنین تأثیری است (۲۰).

آزمون حسی

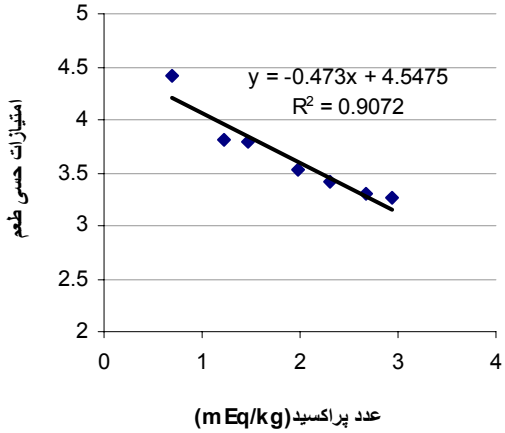
نتایج بیان شده در شکل ۶ نشان داد که بسته بندی بر امتیازات آزمون حسی طعم تأثیر معنی داری اعمال نکرده بود ($p>۰/۰۵$)، اما نمونه‌های بسته بندی شده به همراه جاذب اکسیژن بالاترین نمرات را احراز کردند. بین عدد پراکسید و امتیازات طعم رابطه خطی ($R^2 = ۰/۹۰۷۲$) مشاهده شد (شکل ۷) که چنین رابطه ای در طول اولین مراحل اکسیداسیون چربی‌ها توسط وایت گزارش شده بود (۲۳). با توجه به همبستگی مثبت بین امتیازات آزمون حسی طعم و عدد پراکسید بدست آمده، می‌توان نتیجه گرفت که اکسیداسیون روغن نقش اساسی در کاهش طعم نمونه‌های غذای اضطراری فشرده طی زمان نگهداری داشته است و تأثیر بهتر جاذب‌های اکسیژن بر کاهش سرعت اکسیداسیون نمونه‌ها باعث حفظ بهتر طعم شده است. در تحقیقات ناتیک بر روی کراکر نیز تأثیر مشخص استفاده از جاذب اکسیژن در کاهش بد طعمی گزارش شد (۱۴). همچنین آلارکون گزارش کرد که با توجه به نتایج آنالیزهای حسی، جاذب‌های اکسیژن از تشکیل بوی نامطلوب تندی در آزمون‌های تسریع شده زمان ماندگاری ممانعت کردند (۵).

دمای نگهداری نیز همانند نوع بسته بندی تأثیر معنی‌داری در امتیازات طعم ایجاد نکرده بود ($p>۰/۰۵$). با این حال نمونه‌های نگهداری شده در دما محیط امتیاز بالاتری کسب کردند. نظر به اینکه امتیازات طعم نمونه‌های نگهداری شده در دمای محیط و دمای ۴۰ °C با توجه به نوع بسته بندی (شکل ۶) معنی دار نبود ($p>۰/۰۵$). می‌توان نتیجه گرفت که بسته بندی‌های استفاده شده نه تنها در دمای محیط بلکه در دماهای بالاتر مانند ۴۰ °C نیز توانستند مانع از بد طعمی نمونه‌ها شوند.

نوع بسته بندی و دمای نگهداری تفاوت معنی داری در امتیازات بافت نمونه‌ها ایجاد نکردند ($p>۰/۰۵$). در بررسی امتیازات بافت طی زمان نگهداری (شکل ۸)، روند کاهشی کند ولی معنی داری مشاهده شد. که دلیل آن را می‌توان سفت تر شدن بافت در اثر بیاتی دانست.

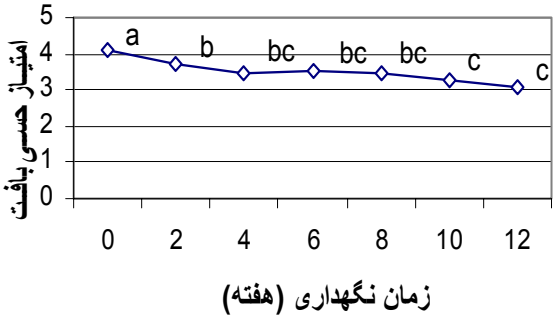


شکل۶. نمایش تأثیر بسته بندی بر حفظ طعم در دماهای نگهداری

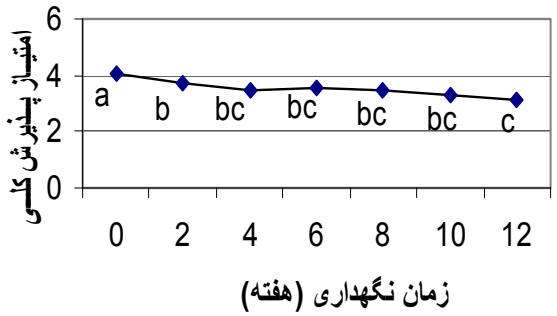


شکل۷. نمایش همبستگی میان اعداد پراکسید و امتیازات حسی طعم آزمون هدونیک پنج نقطه ای

در بررسی تأثیر نوع بسته بندی بر پذیرش کلی بیسکوئیت فشرده تولیدی، مشاهده شد که نمونه‌های بسته بندی شده همراه با جاذب اکسیژن بالاترین پذیرش کلی را داشتند اما به لحاظ آماری نوع بسته بندی و دمای نگهداری بر میزان پذیرش کلی نمونه‌ها تأثیر معنی داری نداشت ($p>۰/۰۵$). بررسی پذیرش کلی نمونه‌ها طی ۱۲ هفته (شکل ۹)، نشانگر کاهش معنی دار ($p<۰/۰۵$) قابلیت پذیرش نمونه‌ها در طی زمان نگهداری بود. در بیسکوئیت‌های فشرده بخاطر بالا بودن میزان چربی، واکنش‌های اکسیداسیون در افت کیفی محصول بسیار تأثیر گذار هستند که در نمونه‌های مورد آزمون طی ۱۲ هفته پیشرفت کرده اند، همچنین مطابق نظر هینیو و همکاران تجمع اسیدهای چرب آزاد و محصولات فرار حاصل از اکسیداسیون چربی بطورکلی بر توسعه ویژگی‌های نامناسب حسی موثر هستند (۱۳) با این وجود تمامی نمونه‌ها از نظر پذیرش کلی امتیازات ۴/۵-۳/۵ را کسب کردند، لذا هیچ یک طی ۳ ماه از نظر مصرف کننده مردود شناخته نشد. روند ملایم تغییرات امتیاز پذیرش کلی طی زمان، مشخص می‌کند که نمونه‌ها از نظر پارامترهای حسی، حداقل تا ۳ ماه حتی در صورت نگهداری در شرایط محیطی نا مناسب، پایدار می‌باشند.



شکل ۸. نمایش تغییرات امتیاز حسی بافت طی زمان نگهداری



شکل۹. نمایش تأثیر زمان نگهداری بر امتیاز پذیرش کلی

نتیجه گیری

با بررسی اثر بسته بندی، مشاهده شد که بسته بندی تحت خلاء بهتر قابلیت حفظ رطوبت نمونه را داشته است. مقادیر pH در دما اتاق تحت تأثیر بسته بندی قرار نگرفت اما در دمای $40^{\circ}C$ نمونه‌های وکیوم شده بطور معنی داری ($p<0/05$) pH کمتری داشتند. نوع بسته بندی تأثیری بر مقادیر اسید چرب آزاد نداشت. عدد پراکسید نیز در هر سه نوع بسته بندی در حد استاندار بود.

با وجودیکه نمونه‌های حاوی جاذب اکسیژن اندیس پر اکسید کمتری داشتند اما نمی توان استفاده از جاذب اکسیژن را جایگزین شرایط معین برای کاهش اکسیداسیون کرد. میزان پذیرش کلی نمونه‌ها در سه نوع بسته بندی نیز تفاوت معنی داری ($p>0/05$) نشان نداد هر چند بسته‌های حاوی جاذب اکسیژن امتیاز بهتری کسب کردند. همچنین مشخص شد که اکسیداسیون روغن نقش اساسی در کاهش طعم نمونه‌ها داشته است. افزایش دمای نگهداری، سرعت تمام واکنش‌ها را تسریع نمود، ولی ویژگی‌های شیمیایی در حد استاندارد باقی ماند. به لحاظ پذیرش کلی نیز دمای نگهداری تأثیر معنی داری نداشت. لذا با توجه به نتایج بدست آمده، نمونه‌ها در دمای بالا نیز پایدار می‌باشند. تأثیر زمان نگهداری بر تمام فاکتورهای مورد ارزیابی معنی دار ($p<0/05$) بود، اما هیچ یک خارج از استاندارد ملی وضع شده جهت بیسکویت قرار نگرفتند. بویژه از نظر پذیرش کلی هیچ یک از نمونه‌ها مردود شمرده نشدند. در کل با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت بیسکوئیت‌های فشرده با هر سه نوع بسته بندی استفاده شده حداقل تا ۱۲ هفته (سه ماه)، بدون تغییرات مشخص نامطلوب در ویژگی‌های حسی و شیمیایی، قابل نگهداری است.

منابع

۱) توکلی پور، ح. ۱۳۸۰. خشک کردن مواد غذایی اصول و روش ها. انتشارات آییژ. تهران. ۵۰-۴۴.

۲) صداقت، ن. ۱۳۸۳. مدلینگ شرایط نگهداری و بسته بندی پسته خام خشک. رساله دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی، مشهد.

۳) موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۱. ویژگی‌ها و روش‌های آزمون بیسکوئیت. استاندارد ملی شماره۳۷.

4) Abe, Y., and Kondoh, Y. 1989. Oxygen absorbents. In: CA/MA Vacuum Packing of Foods. Trumbull, Westport, CT: Food and Nutrition. 149–158.
5) Alarcon, T. B., and J. H. Hotchkiss. 1993. The effect of FreshPax oxygen absorbing packets on the shelf life of foods. Technical report. Department of food science, Cornell University. New York. Pp 1-7.
6) Amerine, A., R. N. Panqporn and E. B. Rossler. 1965. Principles of sensory evaluation of food, Academi Press. New York.
7) Berenzon S. I. S. Saguy. 1998. Oxygen absorbers for extension of crackers shelf-life. Lebensm.-Wiss. U.-Technol. 31, 1–5.
8) Bell, L. 2002. Water activity: reaction rates, physical properties and shelf life. http://www.auburn.edu/.
9) Goncalves, A., R. Mendes and M. L. Nunes. 2004. Effect of oxygen absorber on the shelf life of Sparus Aurato. Journal of Aquatic Food Product Technology. 13, 49-59.
10) Grattan, D. W., M. Gilberg. 1994. Ageless Oxygen Absorber: Chemical and Physical Properties. Studies in Conservation,. 39(3):Pp. 210-214.
11) Grobler-Tanner, C. 2001. A Study of Emergency Relief Foods for Refugees and Displaced Persons.
12) Grobler-Tanner, C. 2002. Use of Compact Foods in Emergencies. FANTA Project, Academy for Educational Development, Washington, DC32-

13) Heiniö, R.-L, P. Lehtinen, M. Oksman-Caldentey and K. Poutanen. 2002. Differences between Sensory Profiles and Development of Rancidity During Long Term Storage of Native and Processed Oat. Cereal Chemistry. 79(3): 367-375.
14) IOM (Institute of Medicine).2002. High-energy, nutrient-dense emergency relief food product. National Academy Press, Washington, DC.
15) J Fontana, A. 2002. Fundamentals of water activity, measurement of water activity. IFT pre-annual meeting.
16) KLEIN, T. KNORR, D. 1990. Oxygen absorption properties of powdered iron. Journal of Food Science, 55, 869–870.
17) Mitchel, J. H. 1955. Stability studies on rations at the QMFCIAF. Estabilishing optimum conditions for storage and handling of semiperishable subsistence items. Series IV. Pp.7-21. Department of army, office of quartermaster general. Washington, DC. In: Taub, I.A., P. Singh. 1998. Food storage stability. CRC Press. New York.
18) Nakamura, H., and J. Hoshono. 1983. Techniques for the preservation food by employment of an oxygen absorber. In Taub, I.A., P. Singh. 1998. Food storage stability. CRC Press. New York. Pp. 150-287.
19) Shanta, C., and Decker C. 1994. Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. Journal of AOAC International. 77(2):421-424.
20) Sheresta, A. K., A. Noomhorm. 2002. Comparison of physico-chemical properties of biscuits supplemented with soy and kinema flours. International Journal of Food Science and Technology. 37. 361-368.
21) Taub, I.A., and P. Singh. 1998. Food storage stability. CRC Press. New York. Pp. 150-287.
22) TAKIGUCHI, A.۱۹۹۶. Changes in free amino acid composition caused by lipid oxidation in pulverized Niboshi (boiled and dried anchovy) during storage. Fisheries Science. 62, 240-245.
23) White, P. J. 2000. Flavour quality of foods and oils. In: D. O. Brein, R. 2004. Fats and oils, formulation and processing for applications. CRC Press. New York.
24) Young, H, Fellow P. and Mitchell J. 1985. Development of a high energy biscuit for use as a food supplement in disaster relief. Journal of Food Technology, 20:689–695.
25) Waletzko, P. and Labuza, T. P. 1976. Accelerated shelf- life testing of intermediate moisture food. Journal of Food Science, 41, 1338. In Taub, I.A., P. Singh. 1998. Food storage stability. CRC Press. New York. Pp. 150-287.