Archive of SID

بررسی اثر افزودن آرد کتان (*Linum usitatissimum*) بر بیاتی و خواص حسی نان تست

مهسا پورعابدین[a]، اعظم اعرابی[b]*

[a] *دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرضا، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرضا، ایران*
[b] *استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرضا، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرضا، ایران*

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۲/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۸/۵

چکیده

مقدمه: کتان نوعی دانه مغذی است که به دلیل داشتن ترکیباتی چون اسید چرب امگا ۳، فیبر رژیمی، پروتئین و لیگنان می‌تواند سبب جلوگیری از بیماری‌های قلبی عروقی و سرطان شود. با توجه به جایگاه نان در بین مردم می‌توان با استفاده از افزودنی های مختلف ارزش تغذیه ای نان را افزایش داد. در پژوهش حاضر، آرد کتان قهوه‌ای در سطوح مختلف (۱۰٪-۲۰٪ و ۳۰٪) (وزنی/وزنی) به آرد گندم جهت تولید نان تست استفاده گردید و آزمون حسی، حجم مخصوص، رنگ‌سنجی و بیاتی بر روی نان‌های تولیدی انجام گردید.

مواد و روش‌ها: آنالیز شیمیایی بر روی دو نوع دانه کتان زرد و قهوه‌ای انجام شد. هم‌چنین اثر افزودن آرد کتان بر میزان بیاتی و خواص حسی (رنگ، طعم، حجم نان، قابلیت جویدن، بو، وضعیت ظاهری و پذیرش کلی) نان‌های تولیدی دو روز پس از پخت مورد بررسی قرار گرفت. هم‌چنین آزمون حجم مخصوص و رنگ‌سنجی پس از پخت بر روی نمونه‌های نان انجام شد.

یافته‌ها: افزودن آرد دانه کتان قهوه‌ای به نان به دلیل داشتن مقادیر بالای پروتیین و فیبر می‌تواند سبب افزایش ارزش تغذیه‌ای نان حاصل از آن شود. نان حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد آرد کتان از نظر خواص حسی تفاوتی با نمونه شاهد ندارد. هم‌چنین افزودن آرد کتان به میزان ۱۰ درصد به نان سبب افزایش بیاتی و افزودن ۲۰ درصد آرد کتان سبب کاهش بیاتی در مقایسه با نمونه شاهد شد. بین نمونه نان حاوی ۱۰ درصد آرد کتان در مقایسه با نمونه شاهد، از نظر حجم مخصوص تفاوت معناداری وجود نداشت ولی در نمونه های حاوی ۲۰ و ۳۰ درصد آرد کتان حجم مخصوص نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. افزودن آرد کتان به نان ها سبب کاهش فاکتور L و a در آن‌ها شد در حالی که فاکتور b تفاوت معناداری با نمونه شاهد نداشت.

نتیجه‌گیری: استفاده از اختلاط ۲۰٪ آرد کتان در فرمول نان تست می‌تواند سبب بهبود خواص حسی و کاهش میزان بیاتی در مقادیر بالاتر شود. افزودن آرد کتان به نمونه های نان سبب کاهش میزان روشنایی در نمونه ها می‌شود. هم‌چنین استفاده از مقادیر بالاتر آرد کتان سبب کاهش حجم مخصوص نان ها خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: *بیاتی، حجم مخصوص، خواص حسی، دانه کتان، رنگ‌سنجی*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: aarabi@iaush.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مصرف غلات تقریبا در همه جای جهان موقعیت مهمی در تغذیه دارد. زیرا علاوه بر محتوای بالای نشاسته به عنوان انرژی، مقادیر زیادی فیبر رژیمی، پروتئین مغذی و اسیدهای چرب ضروری را فراهم می کند (Devettinck *et al*., 2008). نان یکی از محصولات تهیه شده از غلات و یکی از اولین مواد غذایی تهیه شده توسط انسان است (Hidalgo & Brandolini, 2014) که بخشی از غذای اکثر ملل جهان را تشکیل می‌دهد و به عنوان ارزان ترین منبع انرژی و پروتئین در تغذیه قسمت اعظمی از مردم جهان، نقش حیاتی دارد. بررسی های سازمان فائو(FAO) نشان می‌دهد که مردم کشورهای خاورمیانه و خاور نزدیک در حدود ۷۰ درصد انرژی مورد نیاز روزانه خود را از نان و سایر فرآوردهای گندم، تأمین می‌کنند(ناصحی و همکاران، ۱۳۸۸). در جیره غذایی مردم ایران نیز به طور معدل بیش از ۴۰ درصد انرژی و پروتئین مردم شهر و روستا از نان تأمین می‌شود و با توجه به اینکه نان در هر سه وعده غذای ایرانی‌ها و به مقدار قابل ملاحظه‌ای مصرف می‌شود، کیفیت تغذیه‌ای آن می‌تواند اثر مثبت و منفی بسیار گسترده بر سلامت مردم جامعه داشته باشد. به عبارت دیگر اگر نان کشور ما مشکل داشته باشد می‌تواند زمینه برای بسیاری از بیماری ها گردد و اگر دارای کیفیت تغذیه ای مناسب باشد می‌تواند شرایط مطلوبی از نظر سلامت جسمی و روحی در جامعه ایجاد کند و مانع بروز بسیاری از بیماری‌ها شود (صالحی، ۱۳۸۴).

در شرایط فعلی در کشور ما به علت جداسازی سبوس از گندم مشکل کمبود فیبر، ویتامین‌ها و مواد معدنی در نان وجود دارد و از طرف دیگر آردهای سبوس دار به علت داشتن اسید فیتیک بالا شرایط نامناسبی از نظر جذب عناصری چون آهن روی و کلسیم ایجاد می‌کنند. این موضوع می‌تواند زمینه ساز بسیاری از بیماری‌ها گردد. افزایش ترکیبات مفید به آرد و تولید نان از آن موجب تقویت کیفیت تغذیه ای نان و اثر گسترده بر جامعه می‌شود. یکی از راههای تقویت نان استفاده از آرد غلات دیگر همراه با آرد گندم است (شاهدی و فضیلتی، ۱۳۸۵). نان‌های صنعتی ضایعات بسیار ناچیزی در مقابل سایر نان‌ها داشته و به دلیل کیفیت بالای پخت، تنوع گسترده محصول، ماندگاری مناسب و انجام مرحله کامل تخمیر خمیر از جایگاه غذایی مناسبی برخوردار هستند. از مهم‌ترین انواع نان‌های صنعتی، می‌توان به نان تست اشاره نمود که یکی از نان‌های پرمصرف در جهان، به خصوص در کشورهای اروپایی وآمریکایی می‌باشد (موحد و همکاران، ۱۳۹۲).

کتان به نام علمی *linum usitatissimum* یکی از دسته گیاهان گلدار، رده دو لپه‌ای، راسته مالپیگی سانان، تیره کتانیان، سرده کتانیان لینوم می‌باشد. گیاه کتان در اصل متعلق به سرزمین‌های ساحل مدیترانه شرقی تا کشور هندوستان می‌باشد که در اتیوپی و مصر باستان کشت می‌گردید (Freeman, 1995). میوه این گیاه به صورت تک دانه‌ای است که flaxseed یا linseed گویند. دانه‌های این گیاه به رنگ زرد تا قهوه‌ای می‌باشد که تمدن‌های اولیه در مصر قدیم و یونان از این گیاه به عنوان گیاه دارویی استفاده نموده‌اند (فضیلتی و همکاران، ۱۳۹۱). دانه‌های کتان در منابع غذایی جهان به جهت دارا بودن مقادیر بالایی از مواد غذایی به عنوان یک غذای فراسودمند شناخته شده است (Emken, 1995; Hasler, 1998; Lim *et al*., 2010) که مهم ترین آنها اسیدهای چرب ضروری امگا ۳، فیبر ولیگنان می‌باشد و برای سلامتی مفید است زیرا، هم چنین باعث تقویت سیستم ایمنی، حفظ قلب و جلوگیری از بروز سرطان می‌شود. از جهت این که غنی از اسید آلفالینولنیک، مقادیر زیادی فیتوکمیکال، غنی از فیبر رژیمی و پروتئین می‌باشد باعث جلوگیری از بیماری‌های قلبی شده، عمل گوارش را در بدن تسهیل کرده و برای کنترل وزن نیز مؤثر است (حسامی و جلینی،۱۳۹۰؛ فضیلتی و همکاران، ۱۳۹۳). مطالعات نشان داده است که لیگنان و اسید آلفالینولنیک موجود در کتان در دمای معمول پخت ۱۷۸ درجه سانتی‌گراد یا ۳۵۰ درجه فارنهایت) پایدار می‌ماند (Morris, 2007; حسامی و جلینی،۱۳۹۰) پروتئین دانه کتان دارای کاربردهای عملکردی در صنایع غذایی به ویژه در تولید نان، گوشت و سس می‌باشد و به دلیل وجود موسین با پروتئین‌های سبزیجات قابل مقایسه می‌باشد (نعمت شاهی و همکاران، ۱۳۹۲). در تولید بستنی صمغ بذرکتان می‌تواند تا حدودی جایگزین تثبیت کنندگان و امولسیون سازها باشد و مقدار امولسیون سازها در محصول را به حد زیادی کاهش داده و هزینه تولید کاهش می‌یابد (Da-Wei *et al*., 2003). پودر دانه کتان همراه با رژیم

www.SID.ir

Archive of SID

غذایی ساده، سطح چربی‌های خون را به صورت واضحی کاهش می‌دهد بنابراین توصیه می‌شود که روزانه ۶ گرم دانه کتان به عنوان مکمل رژیم ساده غذایی، جهت کاهش چربی‌های خون استفاده شود (جلالی و همکاران، ۱۳۸۷). از آنجا که امروزه روند مصرف به سمت غذاهای با کلسترول پایین و سالم‌تر می‌باشد دانه کتان با تقاضای بالا روبه رو شده است وتکنولوژی های مربوط به آن توسعه پیدا خواهد کرد لذا هدف اصلی از این پژوهش افزودن آرد کتان به فرمولاسیون نان تست به در جهت تولید نان فراسودمند و بررسی خواص حسی و میزان بیاتی محصول تولید شده می‌باشد.

مواد و روش‌ها

- مواد

از مواد زیر به منظور انجام این تحقیق استفاده شد: دانه کتان زرد و قهوه ای محصول شرکت پاکان بذر، آرد گندم تهیه شده از شرکت گل آرد، بهبود دهنده نان تست ساخت شرکت نان آوران تهران، خمیر مایه خشک و فوری ساخت شرکت گل مایه، دانه کلزا، n- هگزان، اسید سولفوریک، هیدروکسید سدیم، قرص کلدال، گرانول روی، اسید کلریدریک، معرف فنل فتالئین که کلیه مواد شیمیایی از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

- آماده سازی نمونه (آرد کتان)

دو نوع دانه کتان قهوه‌ای و زرد از شرکت پاکان بذر خریداری شد و توسط آسیاب به صورت پودر درآمد.

- آزمون های شیمیایی انجام شده بر روی دانه‌های کتان

میزان رطوبت، خاکستر، پروتئین، چربی و فیبر دو نوع دانه کتان زرد و قهوه‌ای به ترتیب مطابق با AACC، ۱۶-۴۴، ۰۱-۰۸، ۱۲-۴۶، ۱۰-۳۰ و ۱۷-۳۳ اندازه‌گیری شد(AACC, 1990).

- پخت نان

پخت نان در شرکت مائده انجام شد. به منظور تولید نان تست، هر تیمار به طور جداگانه در مخزن خمیرگیر به مدت ۱۰ دقیقه مخلوط گردید، سپس سایر مواد خشک و پودری (نمک ۱ درصد، بهبود دهنده نان تست ۹ درصد و مخمر ۲ درصد) به مخلوط حاصل اضافه شد، پس از آن آب به مخلوط اضافه و بعد از تشکیل توده فرم پذیر خمیر، استراحت اولیه نمونه به مدت ۱۰ دقیقه انجام گردید. سپس قطعاتی از خمیر به وزن تقریبی ۴۵۰ گرم، چانه گیری و گرد گردید و مجدداً پس از ۱۰ دقیقه استراحت، تخمیر میانی انجام گرفت. در نهایت چانه‌های خمیر وارد اتاقک تخمیر شدند تا مرحله تخمیر نهایی در درجه حرارت ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد به مدت ۴۰ دقیقه انجام شود و سپس قالب‌های نان، وارد فر گردان با دمای ۲۲۰ الی ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد شدند. مدت پخت نمونه‌های نان تست حدودا، ۴۰-۴۵ دقیقه بود. نان‌ها پس از پخت و سرد شدن، در کیسه‌های پلی اتیلنی بسته بندی و تا زمان انجام آزمون‌های مربوطه در یخچال (دمای ۴ درجه سلسیوس) نگهداری گردید.

- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی به صورت هدونیک پنج نقطه‌ای دو روز پس از پخت نان‌ها توسط یک گروه شامل ۱۴ نفر ارزیاب به منظور ارزیابی اثر آرد کتان بر رنگ، عطر، طعم، شکل و قابلیت جویدن نان تست انجام شد. نتایج توسط هر فرد در پرسشنامه ثبت گردید.

- آزمون بیاتی

با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی حسی آزمون بیاتی با استفاده از دستگاهDSC مدل OIT-500 ساخت شرکت SANAF Electronic در روزهای ششم و دوازدهم نگهداری نان بر روی نمونه‌های شاهد، ۱۰ درصد و ۲۰ درصد انجام شد. برای انجام آزمایش مقدار ۳۰ میلی‌گرم نمونه نان در ظرف آلومنیومی بسته وزن شد. نمونه از دمای ۲۵ تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و با سرعت ۵ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه گرم شد(Salehifar *et al*., 2011).

- آزمون حجم مخصوص

یکی از آزمون‌هایی که در مورد کلیه نان‌های حجیم بکار می‌رود روش جایگزینی حجم با دانه کلزا می‌باشد. روش ساده‌تر برای اندازه‌گیری حجم استفاده از کلزا است در ابتدا حجم ظرف و کلزا اندازه گرفته شد، سپس قطعه

www.SID.ir

Archive of SID

نان داخل ظرف خالی گذاشته شد و در آن دانه های کلزا ریخته شد سپس نان را خارج کرده و حجم اشغالی توسط دانه های کلزا اندازه‌گیری شد اختلاف عدد حاصله حجم نان است. (Weining and Kim, 2008).

$$S.V=\frac{V}{M}$$

S.V: حجم مخصوص

V: حجم بر حسب cm^3

M: جرم بر حسب gr

- آزمون رنگ‌سنجی

رنگ نمونه‌های نان به وسیله دستگاه هانترلب مدل ZE 6000 ساخت کشور ژاپن مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمون سه فاکتور L، a و b اندازه‌گیری شد که بعد L نشان دهنده روشنی با ۱۰۰ برای سفید و ۰ برای سیاه، a نشان دهنده قرمزی/ سبزی (مثبت برای قرمزی و منفی برای سبزی) و b نشان دهنده زردی/ آبی (مثبت برای زردی و منفی برای آبی) است (Debasmita *et al.*, 2016).

- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق جهت تحلیل نتایج، از طرح کاملا تصادفی استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس، و مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ($p< ۰/۰۵$) انجام شد. کلیه آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام شده و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها

- نتایج حاصل آنالیز دانه کتان زرد و قهوه ای

آنالیز شیمیایی دو نوع دانه کتان زرد و قهوه‌ای در جدول ۱ آورده شده است. همان گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود نتایج نشان داد میزان چربی در دانه کتان قهوه‌ای بسیار بالاتر از دانه کتان زرد است. همچنین کتان قهوه‌ای در مقایسه با کتان زرد از میزان فیبر و پروتئین بالاتری برخوردار است در حالیکه میزان خاکستر و رطوبت کتان زرد نسبت به نوع قهوه ای بالاتر است. با توجه به مطالب گفته شده علت انتخاب کتان قهوه ای بالا بودن میزان چربی، فیبر و پروتئین در آن است. نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر با نتایج به دست آمده توسط جامه در مطابقت داشت (جامه در و همکاران، ۱۳۹۳).

- نتایج حاصل از آزمون حسی

نتایج حاصل از آزمون حسی در جدول ۲ و ۳ آورده شده است. از نتایج ارزیابی حسی و مقایسه هر یک از ویژگی‌های طعم، بو، وضعیت ظاهری و امتیاز نهایی بین نمونه‌ها می‌توان دریافت بین نمونه‌های ۱۰ ٪ و ۲۰ ٪ کتان و نمونه شاهد اختلاف معناداری در سطح (α=۰/۰۵) دیده نمی‌شود در حالیکه این تفاوت بین نمونه ۳۰٪ کتان و شاهد بخوبی قابل تشخیص می باشد.

جدول ۱- آنالیز شیمیایی دو نوع دانه کتان زرد و قهوه ای

نمونه کتان	رطوبت (درصد)	خاکستر (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	فیبر (درصد)
کتان قهوه ای	۳/۵۵±۰/۲۳^a	۳/۰۳±۰/۱۴^a	۲۰/۵۶±۰/۲۰^b	۴۶/۳۲±۱/۰۷^b	۱۴/۴۳±۰/۲۱^b
کتان زرد	۵/۸۴±۰/۱۱^b	۶/۰۷±۰/۲۲^b	۷/۵۸±۰/۱۴^a	۸/۴۱±۰/۲۵^a	۷/۷۲±۰/۱۷^a

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است. حروف متفاوت مشخص شده در کنار اعداد دلیل بر وجود تفاوت معنادار در سطح ($p<0.05$) می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین ویژگی های حسی نمونه های نان حاوی مقادیر مختلف آرد کتان

تیمار	رنگ پوسته	پارگی پوسته	رنگ مغز نان	طعم	حجم نان
شاهد	۴/۷۱±۰/۶۱^a	۴/۵۰±۰/۶۵^a	۴/۶۴±۰/۶۳^a	۴/۴۳±۰/۶۵^b	۴/۱۴±۱/۴۱^a
٪۱۰	۴/۵۰±۰/۵۲^a	۴/۵۰±۰/۶۵^a	۴/۵۷±۰/۵۱^a	۴/۰۰±۰/۶۸^b	۴/۳۶±۱/۰۸^a
٪۲۰	۴/۲۱±۰/۸۰^a	۴/۵۰±۰/۶۵^a	۴/۱۴±۰/۸۶^a	۴/۲۱±۰/۵۸^b	۴/۳۶±۱/۱۵^a
٪۳۰	۴/۰۷±۰/۹۲^a	۴/۱۴±۰/۸۶^a	۴/۲۱±۰/۹۷^a	۳/۰۷±۱/۱۴^a	۴/۱۴±۱/۱۷^a

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است. حروف متفاوت مشخص شده در کنار اعداد دلیل بر وجود تفاوت معنادار در سطح ($p<0.05$) می‌باشد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین ویژگی های حسی نمونه های نان حاوی درصد های متفاوت آرد کتان

تیمار	قابلیت جویدن	بو	وضعیت ظاهری	امتیاز نهایی
شاهد	۴/۱۴±۰/۸۶^{ab}	۴/۵۰±۰/۸۵^{b}	۴/۷۹±۰/۴۳^{b}	۳۵/۵۷±۳/۴۸^{b}
٪۱۰	۴/۵۷±۰/۵۱^{bc}	۴/۳۶±۰/۶۳^{b}	۴/۴۶±۰/۵۰^{b}	۳۵/۵۰±۲/۰۷^{b}
٪۲۰	۴/۷۹±۰/۵۸^{c}	۴/۴۳±۰/۶۵^{b}	۴/۵۰±۰/۶۵^{b}	۳۵/۱۴±۳/۵۵^{b}
٪۳۰	۳/۸۶±۰/۹۵^{a}	۳/۳۶±۱/۲۸^{a}	۴/۰۰±۰/۸۸^{a}	۳۰/۹۳±۴/۳۹^{a}

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است. حروف متفاوت مشخص شده در کنار اعداد دلیل بر وجود تفاوت معنادار در سطح ($p<0.05$) می‌باشد.

- نتایج حاصل از آزمون بیاتی

با توجه به این که نمونه های حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد کتان از نظر ارزیابان مورد پذیرش قرار گرفت آزمون بیاتی بر روی نمونه های شاهد، ۱۰ و ۲۰ درصد در روز ششم و دوازدهم پس از پخت انجام گرفت و با نمونه شاهد مقایسه گردید. جدول ۴ نتایج آزمون بیاتی نمونه های نان حاوی مقادیر مختلف آرد کتان را نشان می‌دهد. همان طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود مقدار آنتالپی در نمونه حاوی ۱۰ درصد کتان در روزهای ششم و دوازدهم پس از پخت نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است که نشان دهنده افزایش بیاتی در نمونه ۱۰ درصد در روزهای ششم و دوازدهم پس از پخت است. دلیل این امر آن است که ساختار منظم گرانول‌های نشاسته در طی پخت نامنظم می‌شود، سپس در طی بیاتی درجاتی از نظم مجددا ظهور می‌کند. برای بی‌نظم کردن مواد متبلور نیاز به حرارت می‌باشد. در این مورد گرما برای بی‌نظم کردن گرانول‌های نشاسته لازم است که این گرما قابل محاسبه است و می‌توان آن را به عنوان معیاری برای بیاتی در نظر گرفت (روانفر و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین هرچه میزان آنتالپی اندازه‌گیری شده در طی آزمون بیاتی بیشتر باشد نشان دهنده آن است که گرمای بیشتری برای بی‌نظم کردن گرانول‌های نشاسته صرف شده که بیانگر افزایش بیاتی در نمونه است.

مقدار آنتالپی در نمونه حاوی ۲۰ درصد کتان نسبت به نمونه شاهد کاهش یافته است که این موضوع نشان دهنده کاهش بیاتی نمونه ۲۰ درصد در روزهای ششم و دوازدهم پس از پخت است. هم‌چنین با افزایش زمان نگهداری میزان آنتالپی و بیاتی در نمونه ها افزایش می‌یابد.

با توجه به کاهش میزان بیاتی در نان حاوی ۲۰ درصد آرد کتان در مقایسه با نمونه شاهد نمودارهای ترموگرام حاصل از آزمون بیاتی آن‌ها در شکل ۱ آورده شده است. ترموگرام DSC مخلوط نشاسته در آب سه پیک اندوترمیک نشان می‌دهد. پیک اول (۵۵–۶۰ درجه سانتی‌گراد) که به ژلاتینه شدن کریستال های نشاسته نسبت داده می‌شود. پیک دوم (۶۵–۷۵ درجه سانتی‌گراد) مربوط به ذوب بلورهای باقی مانده و سومین پیک (حدود ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) مربوط به تفکیک کمپلکس آمیلوز–لیپید می‌شود (Fukuoka *et al*., 2002).

با توجه به شکل ۱ نمودار ترموگرام نمونه شاهد تنها یک پیک در دمای حدود ۶۵–۷۵ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد که نشان دهنده ذوب کریستال های باقی مانده در این محدوده دمایی است و در نمودار مربوط به نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد کتان یک پیک در دمای ۵۵–۶۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌شود که بیانگر ژلاتینه شدن کریستال‌های نشاسته است.

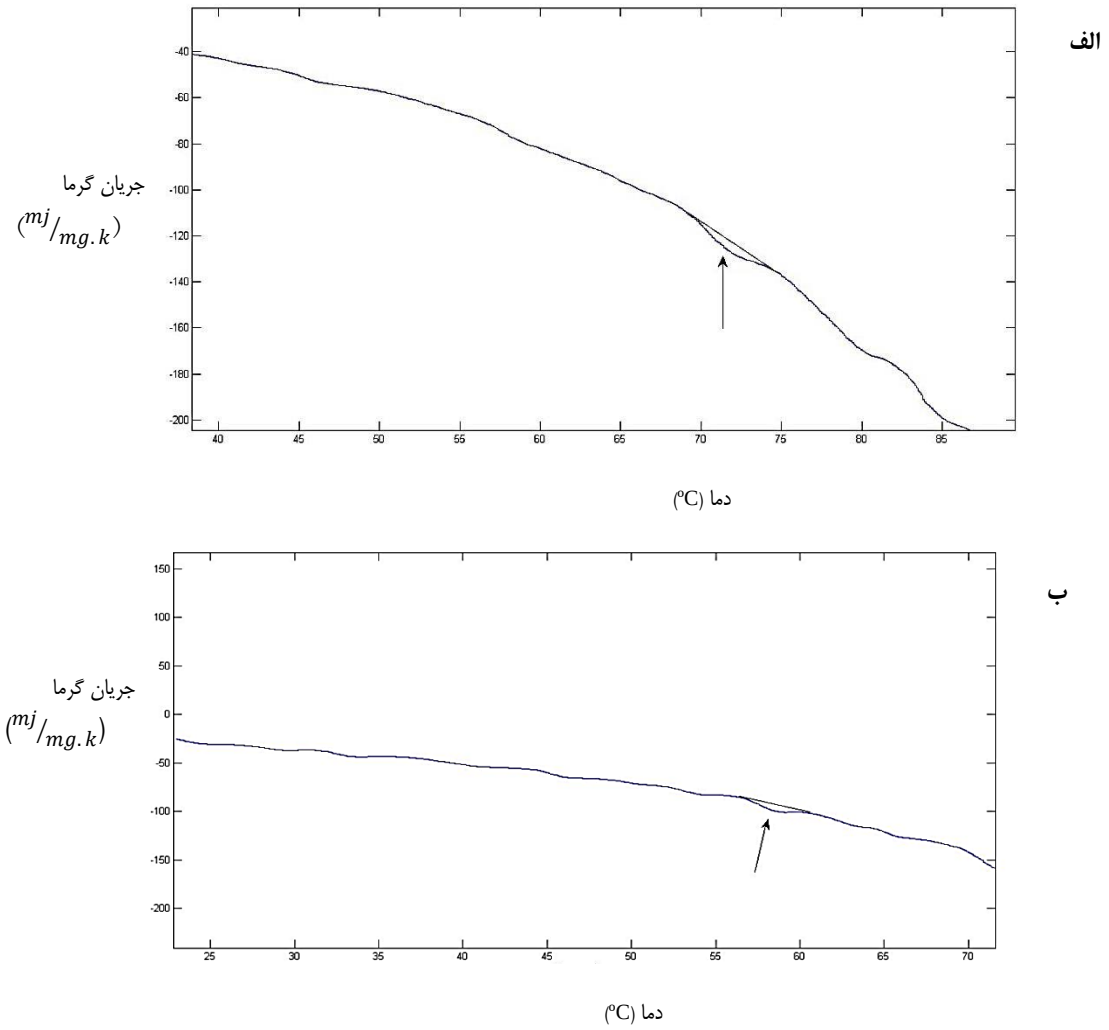
جدول ٤- بیاتی در نمونه های حاوی مقادیر مختلف کتان

	آنتالپی روز ششم (J/g)	آنتالپی روز دوازدهم (J/g)
نمونه شاهد	۲/۳۳±۰/۰۶^{b}	۱۱/۱۵±۰/۱۳^{b}
نمونه ۱۰ درصد	۶/۱۱±۰/۱۸^{c}	۱۲/۶۰±۰/۰۸^{c}
نمونه ۲۰ درصد	۱/۲۳±۰/۱۱^{a}	۷/۶۷±۰/۱۶^{a}

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است. حروف متفاوت مشخص شده در کنار اعداد دلیل بر وجود تفاوت معنادار در سطح ($p<0.05$) می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- نمودارهای بیاتی روز دوازدهم الف- نمونه شاهد(۱۰۰٪ آرد گندم) ب- نمونه حاوی ۲۰ درصد کتان

- نتایج حاصل از آزمون حجم مخصوص

شکل ۲ اثر افزودن مقادیر مختلف آرد کتان به نان تست را بر حجم مخصوص نشان می‌دهد. همان گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود بین نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد کتان با نمونه شاهد از نظر حجم مخصوص تفاوت معناداری وجود ندارد ولی با افزایش آرد کتان در نمونه ها تا ۲۰ و ۳۰ درصد حجم مخصوص نان ها کاهش یافته است.

- نتایج حاصل از آزمون رنگ‌سنجی

نتایج حاصل از آزمون رنگ سنجی در جدول ۵ آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بین فاکتور L و a با نمونه شاهد تفاوت معنادار در سطح (α=۰/۰۵) وجود دارد. در مورد فاکتور b بین نمونه‌های حاوی مقادیر مختلف آرد کتان با نمونه شاهد تفاوت معناداری دیده نمی‌شود.

بحث

- ارزیابی حسی

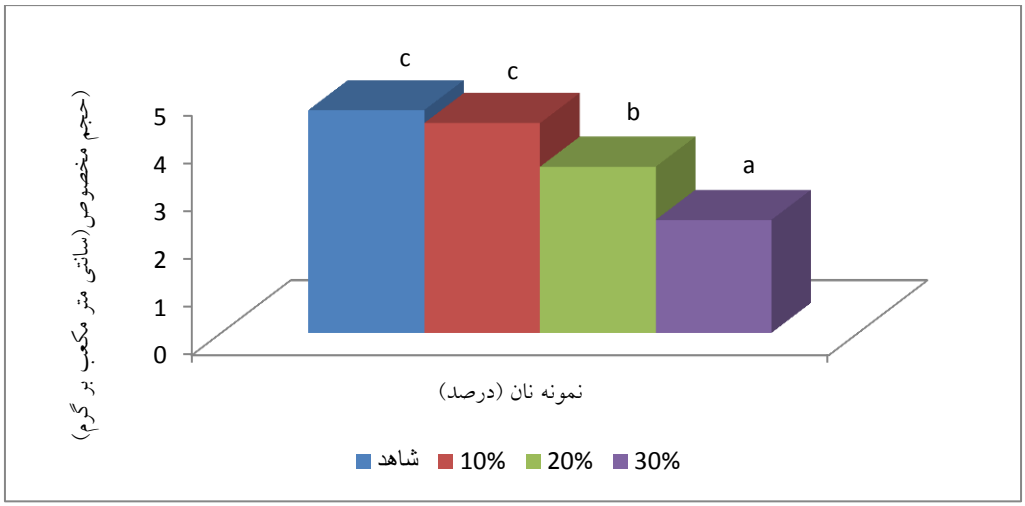
از نتایج حاصل از آزمون ارزیابی حسی می‌توان نتیجه گرفت که در نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد کتان پارامترهای طعم و بو کمتر مورد پذیرش ارزیاب‌ها بوده است و به عبارتی در این دو پارامتر کمترین امتیاز را دریافت کرده‌اند. بنابراین می‌توان گفت نمونه های نان ۱۰ و ۲۰ درصد مورد پذیرش ارزیاب ها بوده است.

- آزمون بیاتی

افزودن آرد کتان به نمونه‌های نان باعث ایجاد تفاوت در بیاتی نان‌ها در روزهای ششم و دوازدهم پس از پخت شده است. بسیاری از مکانیسم‌های بیاتی بر پایه مدل های

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تاثیر مقادیر مختلف آرد کتان بر حجم مخصوص نان تست

جدول ۵- نتایج به دست آمده از آزمون رنگ سنجی

نمونه	L	a	b	ΔE
شاهد	۹۱/۶۰±۳/۲۸^{c}	-۲/۱۱±۰/۰۵^{c}	۳۸/۴۰±۱/۰۵^{a}	۹۹/۳۹±۲/۶۷^{c}
نمونه ۱۰ درصد	۸۰/۲۵±۴/۳۸^{bc}	-۲/۳۷±۰/۱۹^{bc}	۲۶/۸۳±۱/۸۲^{a}	۸۴/۷۶±۳/۵۷^{b}
نمونه ۲۰ درصد	۶۶/۷۹±۳/۶۶ ^{ab}	-۲/۸۰±۰/۱۸^{ab}	۲۷/۸۸±۵/۸۵^{a}	۷۳/۰۵±۱/۸۱^{ab}
نمونه ۳۰ درصد	۵۲/۰۸±۵/۲۵^{a}	-۳/۲۸±۰/۰۰^{a}	۳۳/۱۴±۳/۱۵^{a}	۶۲/۲۳±۳/۴۶^{a}

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است. حروف متفاوت مشخص شده در کنار اعداد دلیل بر وجود تفاوت معنادار در سطح ($p<0.05$) می‌باشد

فرضی بنا نهاده شده است مانند آن چه توسط زوبل و کالپ ارائه شد. این مدل بیان می‌کند که سفت شدن مغز نان به دلیل اتصالات بسیار سخت بین زنجیره‌های پلی ساکارید ها است که این پدیده به دلیل تشکیل ساختارهای کریستالی می‌باشد. این اتصالات اساسا نتیجه پیوندهای هیدروژنی داخل زنجیره‌ای می‌باشد. تشکیل مارپیچ‌های دوگانه توسط زنجیره‌های آمیلوز و یا آمیلوپکتین نیز می‌تواند در افزایش سفتی بافت نان موثر باشد. این فرایندها می‌توانند هم در داخل گرانول و هم در خارج از آن انجام پذیرد. افزودن ترکیباتی چون سورفاکتانت‌ها و لیپیدها که با ایجاد کمپلکس با آمیلوز، مانع از تراوش آن به خارج از گرانول می‌شود، منجر به نرمی مغز نان می‌شود (جعفریان و همکاران، ۱۳۹۳).

چربی موجود در نان حاوی ۲۰٪ کتان مانع از جذب آب توسط نشاسته شده در نتیجه میزان بیاتی را کاهش می‌دهد (فاطمی، ۱۳۸۸). هم چنین صمغ موجود در کتان به دلیل نگهداری آب و بالا بردن رطوبت، کاهش سفتی و به تأخیر افتادن بیاتی را سبب می‌شود (مویدی و همکاران، ۱۳۹۲).

از طرفی ترکیبات موسیلاژی موجود در کتان می‌تواند با کاهش جذب آب توسط نشاسته مانع از بیاتی شود. صمغ این توانایی را دارد که با رشته‌های آمیلوز پیوند برقرار کرده و مانع از اتصال رشته‌های آمیلوزی به یکدیگر می‌شود (بی‌تقصیر و همکاران، ۱۳۹۳). هیدروکلوییدها سبب افزایش ظرفیت اتصال به آب در محیط آبی نشاسته می‌گردند. این واقعیت بیانگر کنترل تحرک آب بوده و یکی از فاکتورهای مهم در جلوگیری از بیاتی نشاسته و سفتی بافت می‌باشد (Ashwini *et al.*, 2009).

با توجه به اینکه دانه کتان دارای میزان بالایی چربی است (جدول ۱) تفاوت در میزان بیاتی در نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد کتان را می‌توان به علت تفاوت در مقادیر چربی موجود در نان های تهیه شده مرتبط دانست. افزودن چربی به میزان کم در جلوگیری از بیاتی و سفتی بافت نقشی ندارد، به این دلیل که این مقدار چربی در حدی نبوده که بتواند سطح ذرات آرد را بپوشاند و در نتیجه سبب سفتی بافت می‌گردد. از سوی دیگر در این محدوده، میزان پیوندهای هیدروفوب بین چربی و بخش‌های هیدروفوب

www.SID.ir

Archive of SID

آمینواسیدها بیشتر است؛ در نتیجه سبب سفتی بافت می‌شود. خلیل در تحقیق خود بیان داشت چربی در سطوح پایین سبب ایجاد ساختار متراکم و در نتیجه سفت تر شدن بافت می‌گردد (Khalil, 1998).

چنان‌چه میزان چربی افزایش یابد به این دلیل که این مقدار چربی، بیشتر از میزان لازم برای پیوندهای هیدروفوبی است در نتیجه چربی اضافی، بین لایه های پروتئینی قرار می‌گیرد و سبب لغزندگی و نرمی بافت می‌شود؛ هم چنین چربی در این حالت منجر به کاهش تشکیل پیوندهای مختلف از جمله پیوندهای سولفیدی می‌گردد و در نتیجه سفتی بافت کاهش می‌یابد. منجیوار و همکاران بیان کردند، در صورت وجود مقدار کافی چربی، این ماده سطح ذرات آرد را می‌پوشاند و از گسترش پروتئین‌های گلوتن جلوگیری می‌کند (Menjivar *et al.*, 1994). میزان چربی نسبت به آب در تردی محصول تأثیر بیشتری دارد و هرچه میزان چربی افزایش یابد در این صورت بافت حاصل نرم تر خواهد بود (Ferrari *et al.*, 2013).

افزایش بیاتی در روز دوازدهم در مقایسه با روز ششم به این علت است که در طی نگهداری کریستال های نشاسته فرصت دارند تا دوباره بازیابی شوند بنابراین با افزایش زمان نگهداری کریستال های بیشتری تشکیل شده و در نتیجه آنتالپی برای ذوب کریستال ها افزایش می‌یابد (Jocobs & Delcour, 1998; Keetels *et al.*, 1996).

- آزمون حجم مخصوص

از نتایج حاصل از آزمون حجم مخصوص (شکل ۲) می‌توان دریافت که حجم مخصوص در نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد کتان در مقایسه با نمونه شاهد تفاوت معناداری نداشته است اما با افزایش میزان آرد کتان در نمونه‌های نان تست، حجم مخصوص آن‌ها کاهش یافته است. گاردن گزارش کرد که جایگزینی آرد با مقدار برابر از آرد کتان سبب کاهش حجم مخصوص در قرص نان می‌شود (Garden, 1993). گیلبرت نیز در تحقیقی مشابه نشان داد که آرد کتان سبب ایجاد اختلال در حجم مخصوص می‌شود (Gilbert, 2002). به نظر می‌رسد حضور ترکیبات فیبری در کتان سبب کاهش حجم مخصوص در نمونه‌های حاوی ۲۰ و ۳۰ درصد کتان شده باشد. ولی در نمونه حاوی ۱۰ درصد آرد کتان به دلیل پایین تر بودن این ترکیبات تغییری در حجم مخصوص ایجاد نشده است.

آب از نظر تکنولوژیکی نقش مهمی در کنترل قوام خمیر دارد و زیاد یا کم شدن آن تأثیر زیادی بر کیفیت خمیر می‌گذارد. بخشی از آب صرف جذب آب پروتئین های آرد می‌شود. این پروتئین ها در محیط خمیر شبکه گلوتنی تشکیل می دهند که قادر است سه برابر وزن خود آب جذب کند. بخش دیگری از آب نیز می‌تواند صرف هیدراسیون پنتوزان ها و نشاسته های آسیب دیده شود، و بخشی نیز می‌تواند به عنوان حلال، محیطی برای واکنش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی خمیر باشد و به پراکنش اجزا در خمیر کمک کند با توجه به حضور ترکیبات فیبری در کتان و همچنین مقادیر مختلف روغن در آن، بر همکنش پروتئین و آب دستخوش تغییر خواهد شد (جعفریان و همکاران، ۱۳۹۳). به نظر می‌رسد این موضوع می‌تواند سبب تضعیف شبکه گلوتنی و کاهش حجم خمیر شود.

- آزمون رنگ سنجی

با توجه به نتایج جدول ۵، استفاده از آرد کتان باعث ایجاد اختلاف معنی‌داری در مورد فاکتور L و a نسبت به نمونه شاهد گردیدند. فاکتور L در نمونه شاهد به طور معنی داری بیشتر از سایر نمونه‌ها بود و نمونه نان حاوی ۳۰ درصد آرد کتان دارای کمترین فاکتور L یا به عبارت دیگر کمترین میزان روشنایی بود. که این موضوع می‌تواند به دلیل رنگ تیره آرد کتان باشد. فاکتور a نیز در نمونه شاهد دارای بیشترین میزان و در نمونه حاوی ۳۰ درصد آرد کتان دارای کمترین مقدار بود. به این معنی که با افزودن آرد کتان به نمونه های نان ته رنگ سبزی در نان ها افزایش یافته است. در مورد فاکتور b بین نمونه‌های غنی شده با آرد کتان در مقایسه با نمونه شاهد تفاوت معناداری مشاهده نشد. به بیان دیگر نمونه‌ها در رنگ زردی تفاوتی با یکدیگر نداشتند. نتایج به دست آمده در این پژوهش با نتایج به دست آمده توسط پاندیورانگ، مطابقت داشت. پاندیورانگ گزارش کرد با افزایش میزان آرد کتان در نان فاکتور L و a کاهش می‌یابد(Pandurang *et al.*, 2014).

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

افزودن آرد دانه کتان قهوه‌ای به نان به دلیل داشتن مقادیر بالای پروتیین و فیبر می‌تواند سبب افزایش ارزش تغذیه‌ای نان حاصل از آن شود. نان حاوی ۱۰ و ۲۰ درصد آرد کتان از نظر خواص حسی تفاوتی با نمونه شاهد ندارد. هم‌چنین افزودن آرد کتان به میزان ۱۰ درصد به نان سبب افزایش بیاتی و افزودن ۲۰ درصد آرد کتان سبب کاهش بیاتی در مقایسه با نمونه شاهد شد که علت آن را می‌توان به تفاوت در میزان چربی‌بین دو نمونه نان نسبت داد. افزودن چربی به میزان کم به نمونه، به دلیل افزایش پیوندهای هیدروفوب بین چربی و بخش های هیدروفوب آمینواسیدها، سبب افزایش سفتی بافت می‌شود. در حالی که با افزایش میزان چربی، چربی اضافی با قرار گرفتن در بین لایه های پروتئینی سبب نرمی بافت خواهد شد. با توجه به نتایج فوق اختلاط ۲۰٪ آرد کتان از نظر حسی و ماندگاری پیشنهاد می‌گردد. افزودن آرد کتان به میزان ۲۰ و ۳۰ درصد به نمونه ها سبب کاهش حجم مخصوص نان ها می‌شود. هم‌چنین با افزایش میزان آرد کتان به نمونه های نان از میزان روشنایی آن‌ها کم شده و رنگ سبزی نان ها افزایش می‌یابد.

سپاسگزاری

در پایان از شرکت تولیدی مائده به سبب همکاری در زمینه تولید نان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

بی‌تقصیر، م.، کدیور، م. و شاهدی، م (۱۳۹۳). بررسی امکان تولید کیک فنجانی کم کالری حاوی موسیلاژ بزرک به عنوان جایگزین چربی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال نهم، شماره ۳، صفحات ۸۲-۷۳.

جامه در، س.، موحد، س. و غیاثی طرزی، ب. (۱۳۹۳). بررسی خصوصیات تغذیه‌ای و ارگانولپتیکی کیک‌های فراسودمند حاصل از سبوس جوی دو سر و دانه کتان به عنوان جایگزین چربی. اولین همایش ملی میان وعده های غذایی.

جعفریان، ک.، پورمحمدی، ک. و کرمی، ز. (۱۳۹۳). بیاتی نان از دیدگاه مولکولی. انتشارات زاگرو، ۲۱۲صفحه.

جلالی، ف.، حاجیان، ک.الف.، برادران، م. و مقدم نیا، ع. الف. (۱۳۸۷). بررسی سطح دانه های کتان بر میزان چربی خون. پژوهنده، دوره سیزدهم، شماره ۲، صفحات ۱۱۳-۱۰۷.

حسامی، م. و جلینی، م. (۱۳۹۰). بررسی استفاده از خواص بذر کتان جهت غنی‌سازی محصولات غذایی. همایش ملی صنایع غذایی.

روانفر، ن.، محمدزاده میلانی، ج. و رفتنی امیری، ز. (۱۳۹۲). بررسی تأثیر آرد مالت جو بر بیاتی نان بربری. فصلنامه علوم و فناوری های نوین غذایی، سال اول، شماره ۲، صفحات ۲۲-۱۶.

شاهدی، م. و فضیلتی، م. (۱۳۸۵). اثر استفاده از آرد جو دوسر در نان بر کاهش قند و کلسترول خون. دومین همایش و نمایشگاه بزرگ صنایع غذایی دانشگاه صنعتی اصفهان.

صالحی، م. (۱۳۸۴). تولید نان تافتون با مخلوط آرد گندم و یولاف و بررسی خصوصیات حسی و رئولوژیکی آن. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه صنعتی اصفهان.

فاطمی، ح. (۱۳۸۸). شیمی مواد غذایی. انتشارات شرکت سهامی انتشار، صفحات ۲۳۸-۲۳۷.

فضیلتی، م.، اعرابی، الف. و تدین چهارسوقی، ع. (۱۳۹۳). بررسی اثر نان های تهیه شده از آرد کتان برقند خون بیماران دیابتی. علوم غذایی و تغذیه، سال یازدهم، شماره، صفحات ۹۶-۹۱.

فضیلتی، م.، اعرابی، الف. و تدینی چهارسوقی، ع. (۱۳۹۱). بررسی اثر نان های تهیه شده از آرد کتان بر روی قند و کلسترول خون. طرح پژوهشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرضا. ۳۵ صفحه.

موحد، س.، ژرفی، س. و احمدی چناربن، ح. (۱۳۹۲). بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و ارگانولپتیکی نان‌های تست حاوی آرد موز. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۹، شماره ۴، صفحات ۳۶۵-۳۵۹.

مویدی، س.، صادقی ماهونک، ع.، عزیزی، م.ح. و مقصودلو، ی. (۱۳۹۲). بررسی اثر صمغ کتیرا بر ویژگی‌های کیفی نان حجیم. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره دهم، شماره ۳۸، صفحات ۱۱۲-۱۰۲.

www.SID.ir

Archive of SID

ناصحی، ب.، عزیزی، م.ح. و هادیان، ز. (۱۳۸۸). روش‌های مختلف اندازه گیری بیاتی نان. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ششم، شماره ۱، صفحات ۶۳-۵۳.

نعمت شاهی، ن.، پدرام نیا، الف.، کوشکی، و.، گرمه‌ای، ب. (۱۳۹۲). مروری بر مصارف غذایی و اثرات سلامتی بخش پروتئین‌های دانه کتان. اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.

AACC.(1990). Approved Methods of Analysis of American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota, U.S.A.

Ashwini, A., Jyotsna, R. & Indrani, D. (2009). Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. Food Hydrocolloid, 23(3), 700-707.

Da-wei, W., Yan-rong, Z. & Hui-fu, H. (2003). A Study on Application of Flaxseed Gum in Ice cream. Journal of Jilin Agricultural University, 25, 2, 224-227.

Debasmita, P., Jayshree, M. & Utpal, R. (2016). Characterization of physicochemical properties in whole wheat bread after incorporation of ripe mango peel. Food Measure, 10, 554-561.

Devettinck, K., Van Bockstaele, F., Kuhne, B., Van de Walle, D., Courtens, T. M. & Gellynck, X. (2008). Nutritional Value Of Bread: Influence Processing,Food Intraction And Consumer Perception. Journal of Cereal Science, 48, 243-257.

Emken, E. A. (1995). Influence of Linoleic Acid on Conversion of Linolenic Acid to Omega-3 Fatty Acids In Humans. In: Proceedings From The Scientific Conference On Omega-3 Fatty Acids In Nutrition, Vascular Biology, And Medicine, American Heart Association, Dallas, 9-18.

Ferrari, I., Alamprese, C., Mariotti, M., Lucisano, M. & Rossi, M. (2013). Optimisation of cake fat quantity and composition using response surface methodology. International Journal of Food Science and Technology, 48(3), 468-476.

Freeman, T. P. (1995). Structure Of Flaxseed In:Flaxseed In Human Nutrition. Eds Cunnane Sc And Thompson LU, AOCS Press, Champaing, 11-21.

Fukouoka, M., Ohta, K. I. & Watanbe, H. (2002). Determination of the therminal extent of starch gelatinization in a limited water system by DSC. Journal of Food Engineering, 53, 30-42.

Garden, J. A. (1993). Flaxseed gum: extraction, characterization and functionality, PhD Thesis, North Dakota State University.

Gilbert, J. C. (2002). Evaluation of flax and rice bran on the physical and chemical properties of bread for achieving health benefits. MSc Thesis, Purdue University, West Lafayette, IN.

Hasler, C. M. (1998). Functional Foods: Their Role In Disease Prevention And Health Promotion. Food Tech, 52, 63-70.

Hidalgo, A. & Brandolini, A. (2014). Bread from Wheat Flour. Encyclopedia of Food Microbiology. 303-308.

Jacobs, H. & Delcour, J. A. (1998). Hydrothermal modifications of granular starch, with retention of granular starch: A review. Journal of Agricaltural and Food Chemistry, 46, 2895-2905.

Keetels, C., Oostergetel, G. T. & Van Vliet, T. (1996). Retrogradation of amylopectin in concentrated starch gels. Carbohydrate Polymers, 30, 61-64.

Khalil, A. H. (1998). The influence of carbohydrate-based fat replacers with and without emulsifiers on the quality characteristics of low fat cake. Plant Foods Human Nutrition, 52(4), 299-313.

Lim, C. W., Norziah, M. H. & Lu, H. F. S. (2010). Effect of Flaxseed Oil towards Physic-Chemical and Sensory Characteristic of Reduced Fatice Creams and Its Stability in Ice cream Upon Storage. International Food Research Journal, 17, 393-403.

Menjivar, J. A. & Faridi, H. (1994). Rheological properties of cookie and cracker doughs. The Science of Cookie and Cracker Production H Faridi, ed Chapman and Hall: New York, 283-322.

Morris, D. (2007). Flax a Health Food.50

Pandurang, M., Sachin, K. S. & Shalini, A. (2014). Effect of flaxseed flour addition on physicochemical and sensory properties of functional bread. LWT-Food Science and Technology, 58, 614-619.

Salehifar, M., Seyyedian Ardebili, M. & Azizi, M. H. (2011). Changes in Wheat Starch Cristallinity during Staling of Flat Breads: Effects of Protein on Retrogradiation. Journal of Food Bioscinces and Technology, 1, 25-32.

Weining, H .& Kim, Y. (2008). Rheofermentometer parameters and bread specific volume of frozen sweet dough influenced by ingredients and dough mixing temperature. Journal of Cereal Science, 45, 1-8.

www.SID.ir