Archive of SID

تأثیر غنی‌سازی با ترکیب NaFeEDTA بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بیسکویت

عبدالصمد عابدی[1]، مهرداد محمدی[2*]، محمدحسین عزیزی[3]، فریبا سیداحمدیان[4]، پریوش هراتیان[5]

1- دانش آموخته علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
2- محقق، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
3- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
4- کارشناس، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
5- مربی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

(تاریخ دریافت: 87/9/26 تاریخ پذیرش:88/3/15)

چکیده

در این پژوهش اثر ترکیب NaFeEDTA با سطوح مختلف بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بیسکویت پتی‌بور مورد ارزیابی قرار گرفت. NaFeEDTA در مقادیر 576، 720، 864، 1008 و 1152 میلی‌گرم در کیلوگرم به فرمولاسیون بیسکویت افزوده شد، به طوری که 100 گرم بیسکویت در هر فرمول به ترتیب حاوی 7/2، 9، 10/8، 12/6 و 14/4 میلی‌گرم آهن باشد. بیسکویت‌های غنی‌شده در بسته بندی پلی اتیلنی به مدت 2 ماه در دمای محیط (17-20°C) و دور از نور نگهداری شدند. غنی‌سازی با NaFeEDTA تأثیر معنی‌داری بر روی مقادیر pH، خاکستر و رطوبت بیسکویت‌های غنی‌شده نسبت به کنترل نداشت. نتایج بدست آمده از دستگاه جذب اتمی نشان داد که مقدار آهن در بین بیسکویت‌های غنی‌شده و کنترل به طور معنی‌داری اختلاف دارد($P<0/05$). درصد افت آهن در نمونه‌های غنی‌شده به ترتیب 2/63، 0/33، 0/64، 2/53 و 1/18 درصد محاسبه شد. عدد پراکسید در تمام نمونه‌ها در طول مدت نگهداری (60 روز) افزایش یافت، اما در بیسکویت‌های غنی‌شده افزایش عدد پراکسید خصوصاً از روز 28 به بعد، بیشتر از نمونه کنترل بود. افزودن NaFeEDTA با سطوح مختلف تأثیر معنی‌داری بر شکنندگی بیسکویت‌های غنی‌شده نداشت. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نشان داد که افزودن NaFeEDTA به فرمولاسیون تأثیر معنی‌داری بر رنگ، طعم و بافت بیسکویت پتی‌بور دارد ($P<0/05$). با توجه به نتایج و همچنین مقدار توصیه شده NaFeEDTA برای غنی‌سازی (حداکثر 10 میلی‌گرم آهن و 67 میلی‌گرم EDTA به طور روزانه)، مقدار 720 میلی‌گرم در کیلوگرم از این ترکیب (معادل با 9 میلی‌گرم آهن در 100 گرم) به عنوان مقدار مناسب برای غنی‌سازی بیسکویت پیشنهاد شد.

کلید واژگان: غنی‌سازی، بیسکویت، NaFeEDTA، عدد پراکسید، شکنندگی، آهن

1- مقدمه

امروزه کم خونی ناشی از فقر آهن گسترده ترین نوع کمبود ریزمغذی ها در جهان است و بیش از 2 میلیارد نفر از جمعیت جهان را گرفتار کرده است[1]. نوزادان، کودکان، افراد در سنین رشد، زنان در دوران بارداری و زایمان گروههای حساس بوده و بیش از سایر اقشار جامعه در معرض ابتلا به کم خونی ناشی از فقر آهن قرار دارند. این مشکل در نتیجه دریافت ناکافی آهن و

*مسئول مکاتبات: m_mohammadi1111@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

یا جذب ضعیف آن می‌باشد که می‌تواند موجب کاهش رشد فیزیکی و کند شدن تکامل مغزی، خستگی، کاهش توان کاری و قدرت یادگیری گردد و از مقاومت بدن در مقابل عفونت ها می کاهد[2, 3]. در ایران نیز فقر آهن از مشکلات مهم تغذیه‌ای می‌باشد، به طوری که شیوع آن در زنان و بچه‌ها (6 ماهه تا 8 ساله) به ترتیب 16% و 25-15% می‌باشد[4].

غنی‌سازی مواد غذایی با آهن به عنوان بهترین و موثرترین روش برای مبارزه با کم خونی ناشی از فقر آهن معرفی شده است [2, 5]. در جهان حامل های غذایی بسیار زیادی برای غنی‌سازی با آهن مورد استفاده قرار گرفته است. به عنوان مثال می توان به غنی‌سازی شیر و فراورده‌های لبنی، غلات صبحانه، نان، نمک، شکر و ادویه‌جات اشاره کرد[1]. رایج ترین حامل برای غنی‌سازی آهن، مواد غذایی بر پایه غلات (مثل غلات صبحانه، کلوچه، کیک و بیسکویت و غیره) می باشند[5, 6]. اما یکی از مشکلات عمده غنی‌سازی این مواد با آهن حضور قابل ملاحظه اسید فیتیک به عنوان بازدارنده جذب آهن می‌باشد[7]. به علاوه زمانی که از ترکیبات آهن محلول با زیست دسترسی بالا (مثل آهن هِم و سولفات فرو) برای غنی‌سازی این مواد استفاده می‌شود، آهن به عنوان کاتالیزور باعث تسریع اکسیداسیون چربی در طول زمان نگهداری می‌شود[2, 8]. در این صورت برای جلوگیری از این مشکل و همچنین تغییرات ارگانولپتیکی، می توان از پودر آهن عنصری برای غنی‌سازی مواد غذایی بر پایه غلات استفاده کرد. اما زیست دسترسی آنها نسبت به ترکیبات دیگر مثل سولفات فرو بسیار پایین می‌باشد[6]. یکی از راه‌های موثر برای غلبه بر اثر بازدارندگی اسید فیتیک در این حامل‌ها، افزودن اسید آسکوربیک می‌باشد[9] که این روش اغلب به دلیل از بین رفتن این ویتامین در طول فراوری و نگهداری مورد توجه قرار نمی‌گیرد[2]. یکی از ترکیبات جایگزین که برای غنی‌سازی مواد غذایی بر پایه غلات بسیار مناسب ارزیابی شده است، NaFeEDTA (سدیم فریک اتیلن دی آمین ترا استیک اسید) می‌باشد. در بعضی از مطالعات گزارش شده است که این ترکیب به دلیل زیست دسترسی بالا (4-2 برابر سولفات فرو)، عدم تغییرات ارگانولپتیکی، پایداری در طول فراوری و نگهداری و عدم تداخل در جذب سایر مواد معدنی، انتخاب بسیار عالی برای برنامه‌های غنی‌سازی آهن بخصوص در مواد غذایی بر پایه غلات می‌باشد[2, 6, 14-10]. مقدار پیشنهاد شده برای استفاده از NaFeEDTA در غنی‌سازی، 10 میلی‌گرم آهن و 67 میلی‌گرم EDTA به طور روزانه برای هر فرد می‌باشد[15]. برای موفق بودن یک برنامه غنی‌سازی آهن بایستی ترکیب غنی‌کننده و حامل بطور مناسب انتخاب شوند، به طوری که ترکیب غنی‌کننده ایمن بوده و زیست دسترسی خوبی داشته باشد و افزودن آن به ماده غذایی باعث کاهش زمان ماندگاری و اثرات نامناسب ارگانولپتیکی نشود. همچنین حامل باید مورد پذیرش مصرف‌کننده باشد. بنابراین باید اثر غنی‌کننده از یک سو بر میزان پذیرش مصرف‌کننده و از سوی دیگر بر خواص شیمیایی حامل مثل اکسیداسیون چربی بررسی شود. بیسکویت یکی از محصولات بر پایه غلات می‌باشد که به علت قابل دسترس بودن، تنوع زیاد، قیمت کم و زمان ماندگاری بالا از محبوبیت ویژه‌ای بر خوردار می‌باشد[16, 17]. مطالعات نشان داده است که این ماده غذایی می‌تواند حامل مناسبی برای غنی‌سازی با آهن باشد[8, 18]. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر افزودن NaFeEDTA در سطوح مختلف بر روی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی بیسکویت پتی‌بور بود. بیسکویت پتی‌بور از نوع بیسکویت‌های سخت بوده و دارای رطوبت، چربی و کالری کمی می‌باشد و نسبت به انواع دیگر بیسکویت، ماندگاری بالاتری دارد[19].

2- مواد و روش‌ها

2-1- مواد

آرد ستاره با 75 درصد استخراج، 12/5 % رطوبت، 11/2% پروتئین و 0/98% خاکستر برای تولید بیسکویت پتی‌بور مورد استفاده قرار گرفت. ترکیب NaFeEDTA (CAS:15708-E6760 , 41) با داشتن 12/5% آهن و 65% EDTA از شرکت سیگما (Sigma-Aldrich) تهیه گردید.

2-2- روش‌ها

2-2-1- تولید و غنی‌سازی بیسکویت

تولید بیسکویت پتی‌بور غنی‌شده با NaFeEDTA، در کارخانه پارس مینو واقع در کیلومتر 10 جاده کرج صورت گرفت. در فرمولاسیون بیسکویت از 62/8% آرد، 7% شکر، 10% آب، 11% روغن شورتنینگ، 2% پودر شیر خشک، 3% شربت اینورت، 1% سدیم کلراید، 1/2% سدیم بیکربنات، 1/6% آمونیوم بی کربنات و 0/3% اسانس استفاده شد. در ابتدا شکر، روغن، شربت اینورت و اسانس در میکسر به صورت کرم در آمده و سپس سدیم کلراید، سدیم بیکربنات و آمونیوم بی کربنات با آب مخلوط شده و به کرم اضافه شد. آرد و پودر شیر خشک به کرم افزوده و تا بدست

www.SID.ir

Archive of SID

آوردن خمیر یکنواخت و مناسب به عمل همزدن ادامه داده شد. خمیر تهیه شده توسط غلطک‌های مخصوص به ضخامت 5/5 میلی‌متر در آمده و سپس توسط قالب‌زن دوّار به قطعات کوچک تقسیم شدند. قطعات خمیر وارد فر 4 قسمتی شده و در دمای میانگین 250 درجه سانتی‌گراد و به مدت 8-5 دقیقه پخته شدند. بیسکویت‌ها پس از سرد شدن در دمای محیط (17-20°C)، در بسته‌های پلی اتیلن بسته‌بندی و دور از نور نگهداری شدند. در بیسکویت‌های غنی‌شده ترکیب NaFeEDTA در مقادیر متفاوت همراه با سدیم کلراید و سدیم بی‌کربنات در آب مخلوط شده و سپس به فرمولاسیون اضافه شد. NaFeEDTA در 5 سطح متفاوت (576، 720، 864، 1008و 1152 میلی‌گرم در کیلوگرم) به فرمولاسیون افزوده شد، به طوری که 100 گرم از بیسکویت تولید شده در هر فرمول به ترتیب حاوی 7/2، 9، 10/8، 12/6 و 14/4 میلی‌گرم آهن باشد. این مقادیر به ترتیب تأمین‌کننده 40، 50، 60، 70 و 80% از 18 میلی‌گرم آهن دریافتی مورد نیاز روزانه فرد بزرگسال[20] می‌باشد.

2-2-2- آزمون‌های شیمیایی

آزمون‌های خاکستر، رطوبت و pH بیسکویت‌های کنترل و غنی‌شده مطابق با استاندارد AOAC [21] انجام گرفت. مقدار آهن بیسکویت با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله‌ای (Varian Spectr AA.20, USA) اندازه‌گیری شد[16]. بدین منظور نمونه‌ها با استفاده از مخلوط HCl و HNO_3 (نسبت حجمی 3 به 1) مطابق با روش Doner و Ege در سال 2004 هضم و آماده سازی شدند. اندیس پراکسید چربی استخراجی بیسکویت با استفاده از روش AOCS (1993) در روزهای 0، 14، 24، 48 و 60 بعد از تولید تعیین شد[22]. چربی بیسکویت توسط nهگزان از نمونه‌ها استخراج شد.

2-2-3- اندازه‌گیری شکنندگی

به منظور تعیین شکنندگی بیسکویت‌های کنترل و غنی‌شده در روزهای 0، 14، 28، 48 و 60 ، نمونه‌ها تحت آزمایش شکنندگی با دستگاه اینسترون (Model 5500R, Instron Ltd., High Wycombe, Bucks, UK) مطابق با روش Gaines (1991) یا روش 3 نقطه‌ای قرار گرفتند[23]. آزمون شکنندگی با فک مخصوص شکنندگی، سرعت تیر افقی 50 سانتی‌متر بر دقیقه، فاصله بین دو تکیه گاه 50 میلی‌متر و اندازه نمونه 59 میلی‌متر، انجام گرفت.

2-2-4- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی بیسکویت‌های غنی‌شده با مقادیر متفاوت NaFeEDTA شامل: رنگ، طعم، بافت و قابلیت جویدن توسط 7 ارزیاب آموزش دیده با روش امتیازدهی مقیاس خطی با طول 10 سانتی‌متر (Manley, 2000) انجام شد[24]. در این روش ارزیاب ها برای بررسی هر نمونه و نشان دادن شدت ویژگی مورد نظر به وسیله نشانه‌گذاری عمودی بر روی مقیاس خطی آموزش دیدند. در مورد رنگ بیسکویت کمترین امتیاز صفر (بسیار بی‌رنگ) و بیشترین امتیاز 10 (بسیار تیره) در نظر گرفته شد. در مورد بافت بیسکویت، 3 ویژگی مورد ارزیابی قرار گرفت: 1- تردی بیسکویت که بیشترین امتیاز 10 (بسیار ترد) و کمترین امتیاز صفر (تردی ناکافی)، 2- سفتی بیسکویت که بیشترین امتیاز 10 (بسیار سفت) و کمترین امتیاز صفر (بسیار نرم) و 3- تراکم بیسکویت که بیشترین امتیاز 10 (بسیار متراکم) و کمترین امتیاز صفر (بسیار خمیری). در مورد قابلیت جویدن بیسکویت بیشترین امتیاز 10 (بسیار خشک) و کمترین امتیاز صفر (بسیار خمیری) و در مورد پس‌طعم بیسکویت‌های غنی‌شده بیشترین امتیاز 10 (بدون پس‌طعم) و کمترین امتیاز صفر (پس‌طعم زیاد) در نظر گرفته شد.

2-2-5- تجزیه و تحلیل آماری

در مورد آزمون‌های شیمیایی و شکنندگی، از آزمون پارامتری آنالیز واریانس استفاده گردید و برای مقایسه تیمارها از آزمون توکی استفاده شد. در مورد ارزیابی‌های حسی هنگامی که با استفاده از آزمون ناپارامتری Kruskal-Walllis اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده گردید، برای مقایسه دو به دو تیمارها از آزمون U Mann-Whitney استفاده شد. به منظور ارزیابی داده‌ها از نرم افزار SPSS v14 استفاده شد. داده‌های کمی با بهره گیری از آمار توصیفی و به صورت میانگین و انحراف معیار 3 بار تولید هر فرمولاسیون و 2 تکرار انجام هر آزمون، ارائه شده‌اند. سطح احتمال قابل پذیرش برای تمام مقایسه‌ها در آزمون‌های پارامتری و ناپارامتری 5% ($P<0/05$) در نظر گرفته شد.

www.SID.ir

Archive of SID

3- نتایج و بحث

3-1- ویژگی‌های شیمیایی

الف- pH، خاکستر کل و رطوبت

نتایج حاصل از آنالیز آماری نشان داد که با افزایش سطح NaFeEDTA، مقدار pH، خاکستر و رطوبت در بین گروه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($P<0/05$). اما به طور ظاهری نتایج آزمایش بیانگر این بوده که با افزایش سطح غنی‌کننده، مقدار خاکستر نیز افزایش می‌یابد(جدول 1). در واقع NaFeEDTA یک نمک آهن می‌باشد و حضور این ماده در غذا طبیعی است که باعث افزایش خاکستر کل می‌شود. Akhgar و همکاران (2005) تأثیر غنی‌کننده‌های مختلف آهن و روی را بر ویژگی‌های شیمیایی آرد گندم (بسته‌بندی شده در پلی پروپیلن) مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که مقدار رطوبت در آردهای غنی‌شده با Znso4+NaFeEDTA و Zno+NaFeEDTA به طور معنی‌داری از نمونه‌های کنترل کمتر است. همچنین آنها نشان دادند که افزودن آهن و روی به آرد گندم به طور معنی‌داری باعث افزایش خاکستر نسبت به نمونه‌های کنترل می‌شود[25]. همین محققان در سال 2008 گزارش کردند که افزودن NaFeEDTA به تنهایی باعث تغییر در مقدار رطوبت آرد گندم نمی‌شود که این با تحقیق ما مطابقت دارد [26]. افزایش یا کاهش رطوبت در حامل های غنی‌شده با آهن بستگی به جاذبه‌الرطوبه بودن ترکیب غنی‌کننده دارد. در مطالعه Asenjo و همکاران (1985) نشان داده شده است که افزودن آهن هِم (پودر خون گاو) به عنوان غنی‌کننده به فرمولاسیون بیسکویت باعث کاهش رطوبت بیسکویت‌های غنی‌شده (بسته‌بندی شده در پلی اتیلن) نسبت به کنترل می‌شود[8]. البته تأثیر بسته‌بندی نیز در این مورد بسیار اهمیت دارد.

ب- نتایج حاصل از اندازه‌گیری آهن

نتایج آزمون انجام شده توسط دستگاه جذب اتمی (جدول 1) نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین نمونه‌های مختلف بیسکویت از نظر میزان آهن است ($P<0/05$). به طوری که با افزایش سطح NaFeEDTA در فرمولاسیون، مقدار آهن در نمونه‌های غنی‌شده نیز افزایش می‌یابد. با توجه به مقدار آهن در نمونه کنترل و نمونه‌های غنی‌شده، درصد افت آهن نسبت به مقادیر در نظر گرفته شده به ترتیب 2/63، 0/33، 0/64 و 2/53 و 1/18 درصد محاسبه شد. این افت می‌تواند بخاطر هدر رفتن آهن در هنگام همزدن مواد اولیه در تشکیل خمیر و یا هنگام پخت بیسکویت در فر باشد. مظلومی و قاضی زاده (1383) در تحقیق خود روی غنی‌سازی ماکارونی با سولفات فرو و NaFeEDTA، با توجیه این که در غنی‌سازی با آهن فقط پذیرش رنگ و طعم مطرح است و دلیلی برای از دست دادن آهن وجود ندارد، مقدار آن را بعد از فرآیند تولید و پس از پخت اندازه گیری نکردند[27]. در تحقیق ما نشان داده شد که فرآیند تولید می‌تواند بر روی مقدار آهن افزوده شده تأثیر بگذارد.

جدول 1 ویژگی‌های شیمیایی بیسکویت‌های غنی‌شده و کنترل

تیمار	آهن (mg/100g)	خاکستر (%)	رطوبت (%)	pH
فرمول کنترل	3/72 ± 0/31[a]*	1/15 ± 0/03	3/40 ± 0/19	5/37±0 /37
فرمول 1	10/73 ± 1/9 [b]	1/17 ± 0/03	3/49 ± 0/07	5/47 ±0 /25
فرمول 2	12/69 ± 0/72[c]	1/19 ± 0/06	3/42 ± 0/08	5/41 ± 0/08
فرمول 3	14/45 ± 0/47[cd]	1/19 ± 0/1	3/48 ± 0/1	5/50 ± 0/05
فرمول 4	16/1 ± 0/25[d]	1/22 ± 0/11	3/27 ± 0/08	5/16 ± 0/05
فرمول 5	17/95 ± 0/16[ed]	1/26 ± 0/06	3/46 ± 0/17	5/13 ± 0/05

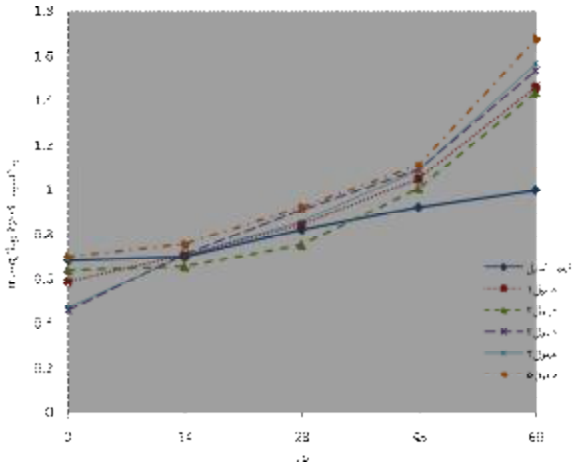
*میانگین‌هایی که با حروف مختلف نشان داده شده‌اند، درسطح $\alpha=0/05$ با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

ث- نتایج حاصل از اندازه‌گیری پراکسید بیسکویت غنی‌شده در طول مدت نگهداری

عدد پراکسید چربی استخراجی بیسکویت‌های کنترل و غنی‌شده با مقادیر متفاوت NaFeEDTA در طول نگهداری 2 ماه در روزهای 0، 14، 28، 48 و 60 اندازه‌گیری شد(جدول 2). نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش مقدار NaFeEDTA، عدد پراکسید بین گروه‌ها در روزهای 0، 14، 28، 48 تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. اما در روز 60، عدد پراکسید در فرمول‌های 1، 2، 3، 4 و 5 به طور معنی‌داری بیشتر از نمونه کنترل بود ($P<0/05$). همچنین نتایج نشان داد که با افزایش زمان نگهداری عدد پراکسید در فرمول‌های کنترل و غنی‌شده افزایش می یابد، اما در نمونه‌های غنی‌شده افزایش عدد پراکسید در طول زمان نگهداری بیشتر بود (نمودار 1).



نمودار 1 مقایسه عدد پراکسید فرمول‌های مختلف در طول مدت نگهداری

این نشان می‌دهد که ترکیب NaFeEDTA در طول زمان نگهداری بیسکویت باعث افزایش عدد پراکسید چربی بیسکویت می‌شود و این افزایش در مورد فرمول 5 (14/4 میلی‌گرم آهن در 100 گرم) در روز 60 به حداکثر خود (1/65 میلی اکی‌والان گرم در کیلوگرم چربی استخراجی) می‌رسد. با این حال عدد پراکسید در طول مدت نگهداری از حد مجاز تعیین شده در استاندارد ملی ایران به شماره 37 در مورد ویژگی‌های بیسکویت (حداکثر 2 میلی اکی‌والان گرم در کیلوگرم) تجاوز نکرد. در چندین مطالعه گزارش شده است که ترکیب NaFeEDTA به علت شلاته کردن آهن، تأثیری بر اکسیداسیون چربی در فراورده‌های بر پایه غلات ندارد [2، 28-30]. اما تحقیق حاضر نشان داد که این ترکیب باعث افزایش اکسیداسیون چربی در طول مدت نگهداری می‌شود. Asenjo و همکاران (1985) عدد پراکسید بیسکویت‌های غنی‌شده با 6 درصد آهن هِم (معادل با 19/6 میلی‌گرم آهن در 100 گرم) را در روزهای 0، 14، 28، 45 و 60 (تحت شرایط محیطی و بسته‌بندی پلی اتیلن) اندازه‌گیری کردند. نتایج آنها نیز نشان داد که با افزایش زمان نگهداری عدد پراکسید افزایش می یابد و این افزایش در نمونه‌های غنی‌شده با آهن هِم 50 تا 60 درصد بیشتر از بیسکویت‌های کنترل بود. با این حال در تحقیق ما ترکیب NaFeEDTA نسبت به آهن هِم اکسیداسیون چربی را کمتر افزایش داد. به طوری که عدد پراکسید در بیسکویت‌های غنی‌شده با آهن هِم در روز 60 برابر با 9 m.eq/kg lipid بود و در این تحقیق بیشترین مقدار عدد پراکسید برابر با 1/67 m.eq/kg lipid بود.

3-2- نتایج حاصل از اندازه‌گیری شکنندگی بیسکویت غنی‌شده در طول مدت نگهداری

نتایج آزمون شکنندگی بیسکویت‌های غنی‌شده و کنترل در روزهای مختلف در جدول 3 نشان داده شده است.

جدول 2 نتایج آزمون پراکسید بیسکویت‌های غنی‌شده و کنترل در طول مدت نگهداری (میلی اکی‌والان در کیلوگرم چربی)

تیمار	روز 0	روز 14	روز 28	روز 48	روز 60
فرمول کنترل	0/69±0/14	0/70±0/02	0/82±0/01	0/92±0/18	0/99±0/14^{a}**
فرمول 1	0/59±0/14^{e}*	0/71±0/04^{e}	0/84±0/08^{ef}	1/05±0/01^{ef}	1/46±0/3^{bf}
فرمول 2	0/64±0/09^{e}	0/66±0/01^{e}	0/75±0/1^{e}	1 ±0/12^{ef}	1/43±0/15^{bf}
فرمول 3	0/46±0/07^{e}	0/71±0/03^{fg}	0/91±0/02^{gh}	1/09±0/01 ^{h}	1/54±0/07 ^{bi}
فرمول 4	0/47±0/09^{e}	0/70±0/01^{ef}	0/85±0/19^{ef}	1/08±0/06^{fg}	1/57±0/18^{bg}
فرمول 5	0/7±0/25^{e}	0/76±0/04^{e}	0/92±0/15^{e}	1/11±0/03^{ef}	1/67±0/14^{bf}

*حروف e، f، g، h و i تفاوت و شباهت بین هر ردیف (مقایسه عدد پراکسید هر تیمار در طول نگهداری) را نشان می‌دهد(α = 0/05).

**حروف a و b تفاوت و شباهت بین هر ستون (مقایسه بین تیمارها) را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3 نتایج آزمون شکنندگی بیسکویت‌های غنی‌شده و کنترل در طول مدت نگهداری (بر حسب نیوتن)

تیمار	روز 0	روز 14	روز 28	روز 48	روز 60
فرمول کنترل	12/56±1/61	11/38±2/65	10/10±1/08	12/17±1/63	10/57±1/68
فرمول 1	10/99±1/82	10/52±1/53	10/67±1/24	10/61±2/16	11/33±2/47
فرمول 2	11/51±2/34	11/67±2/32	10/52±0/97	12/36±1/38	11/30±0/79
فرمول 3	12/34±1/64	11/16±0/62	10/90±2/17	12/45±2/58	11/60±0/86
فرمول 4	11/49±1/32	10/68±1/46	11/19±2/19	11/37±2/21	10/35±0/53
فرمول 5	12/14±1/98	12/23±2/01	11/93±3/14	12/09±2/98	11/20±1/85

همانطور که ملاحظه می‌شود میزان شکنندگی بیسکویت‌های غنی‌شده با سطوح مختلف NaFeEDTA، با یکدیگر و با نمونه کنترل اختلاف معنی‌داری نداشتند. همچنین در مورد میزان شکنندگی تیمارهای مختلف در طول زمان نگهداری نیز اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) مشاهده نشد. عواملی همچون مقدار رطوبت، مقدار چربی، نوع بسته‌بندی، مدت زمان نگهداری و نحوهٔ پخت در بافت بیسکویت خصوصاً شکنندگی آن موثر می‌باشد. بیسکویت پتی‌بور رطوبت و چربی کمتری دارد و نسبت به سایر بیسکویت‌های دیگر سخت‌تر می‌باشد[19]. در این تحقیق مقادیر رطوبت بیسکویت‌ها در تمام تیمارها با حد مجاز تعیین شده در استاندارد ملی شماره 37 (حداکثر 4/5 درصد) مطابقت داشت. همچنین داده‌های بدست آمده از این تحقیق نشان داد که ترکیب NaFeEDTA باعث افزایش یا کاهش رطوبت بیسکویت نمی‌شود. اکسیداسیون چربی واکنشی است که می‌تواند بر روی بافت فراورده‌های بر پایه غلات تأثیر داشته باشد[31]. البته مطالعه‌ای مبنی بر تعیین یک مقدار مشخص از شاخص‌های اکسیداسیون چربی مثل پراکسید (که در آن بافت فراورده تغییر کند) انجام نشده است. اما در این تحقیق به نظر می‌رسد که افزایش اکسیداسیون چربی به اندازه‌ای نبوده که باعث تغییر در شکنندگی بیسکویت شود. حتی عدد پراکسید در طول مدت 60 روز نگهداری از حد مجاز (حداکثر 2 میلی اکی‌والان گرم در کیلوگرم) تجاوز نکرد.

3-3- نتایج حاصل از ارزیابی حسی

نتایج بدست آمده از آزمون توصیفی بیسکویت‌های غنی‌شده در جدول 4 نشان داده شده است. نتایج حاصل از آنالیز آماری نشان داد که با افزایش سطح NaFeEDTA، شدت رنگ بیسکویت افزایش می یابد، به طوری که فرمول 3، 4 و 5 از لحاظ شدت رنگ اختلاف معنی‌داری با فرمول کنترل و فرمول 1 و فرمول 2 داشتند ($P< 0/05$).

در واقع فرمول شماره 5 با بیشترین مقدار آهن، رنگ تیره‌تری نسبت به نمونه کنترل و تیمار 1 و 2 داشت. از نظر ویژگی بافت فرمول‌های 4 و 5 با فرمول کنترل اختلاف معنی‌داری داشتند. در مورد قابلیت جویدن بیسکویت فرمول‌های 3، 4 و 5 نسبت به کنترل تفاوت معنی‌داری داشتند، به طوریکه بیشترین امتیاز مربوط به فرمول 5 می‌باشد. این نشان می‌دهد که با افزایش مقدار NaFeEDTA بیسکویت خشک‌تر به نظر می‌رسد.

جدول 4 نتایج ارزیابی حسی بیسکویت‌های غنی‌شده و کنترل

تیمار	رنگ	بافت	قابلیت جویدن	پس‌طعم
فرمول کنترل	5/04[a]*	15/68[a]	5/2[a]	9/85[a]
فرمول 1	4/72[a]	15/58[a]	5/34[a]	9/5[ab]
فرمول 2	4/9[a]	15/95[a]	4/86[a]	8/77[b]
فرمول 3	5/94[b]	16/79[ab]	6/9[b]	5/93[c]
فرمول 4	6/78[c]	16/87[b]	6/54[b]	4/51[d]
فرمول 5	6/85[c]	16/99[b]	7/23[b]	4/38[d]

*میانگین‌هایی که با حروف مختلف نشان داده شده‌اند، درسطح α=0/05 با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند.

همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش سطح NaFeEDTA، پس‌طعم آهن در بیسکویت‌ها بیشتر می‌شود. چنانکه مشاهده می‌شود فرمول شماره 5 کمترین امتیاز (بیشترین پس‌طعم) را نسبت به سایر تیمارها دارد. شدت طعم آهن در فرمول‌های 2، 3، 4 و 5 نسبت به فرمول کنترل اختلاف معنی‌دار داشت. در واقع پس‌طعم آهن برای گروه آموزش دیده از فرمول 2 به بعد قابل درک بوده است. از آنجایی که یک اصل مهم در غنی‌سازی مواد غذایی پذیرش مصرف‌کننده است، بایستی مقدار ترکیب غنی‌کننده طوری انتخاب شود که کمترین تأثیر را بر ویژگی‌های حسی حامل داشته باشد. نتایج حاصل از ارزیابی حسی در این تحقیق با سایر گزارشات از جمله

www.SID.ir

Archive of SID

Davidsson و همکاران [10]، Hurrell و همکاران [11]،INACG [12]، JECFA [13] و MacPhail [14] تناقض دارد. در این گزارشات بیان شده است که ترکیب NaFeEDTA باعث تغییر در ویژگی‌های حسی حامل خصوصاً غذاهای بر پایه غلات نمی‌شود. مظلومی و قاضی‌زاده (1383) در غنی‌سازی ماکارونی با NaFeEDTA گزارش کردند که رنگ و طعم ماکارونی های غنی‌شده قبل و بعد از پخت با نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری داشت که این با یافته‌های تحقیق ما مطابقت دارد.

4- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش مؤید آن است که افزودن NaFeEDTA تأثیر چندانی بر مقادیر pH، خاکستر و رطوبت در بیسکویت پتی‌بور ندارد. اما حضور این ترکیب غنی‌کننده در فرمولاسیون می‌تواند بر روی ویژگی‌های حسی و پایداری بیسکویت پتی‌بور در طول نگهداری تأثیر داشته باشد. نتایج اندازه گیری عدد پراکسید در طول 2 ماه نشان می‌دهد که در طول زمان نگهداری بیسکویت، اکسیداسیون چربی افزایش می یابد، اما در فرمول‌های غنی‌شده افزایش اکسیداسیون چربی خصوصاً از روز 28 به بعد بیشتر از نمونه کنترل می‌باشد. در واقع NaFeEDTA باعث تسریع واکنش اکسیداسیون چربی در بیسکویت می‌شود و هر چه مقدار این ترکیب بیشتر باشد، متعاقباً اکسیداسیون نیز افزایش می یابد. سطوح بالاتر از 876 میلی‌گرم در کیلوگرم (معادل با 10/8 میلی‌گرم آهن در 100 گرم) ترکیب NaFeEDTA، باعث تغییر در ویژگی‌های حسی بخصوص در طعم و رنگ بیسکویت می‌شود. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق و همچنین حد مجاز NaFeEDTA (حداکثر 10 میلی‌گرم آهن و 67 میلی‌گرم EDTA به طور روزانه)، فرمول 2 به عنوان بیشترین سطح استفاده از این غنی‌کننده یغنی 720 میلی‌گرم در کیلوگرم (معادل با 9 میلی گرم آهن در 100 گرم) برای غنی‌سازی بیسکویت پتی‌بور پیشنهاد می‌شود.

5- سپاس‌گزاری

از انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور برای تأمین بودجه لازم جهت اجرای این پژوهش و از شرکت پارس مینو برای در اختیار گذاشتن برخی امکانات جهت تولید بیسکویت صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

6- منابع

[1] Martinez-Navarrete N, Camacho MM, Martinez-lahuerta J, Martinez-Monzo J, Fito P. Iron deficiency and iron fortified foods-a review. Food Research international. 2002;35(2-3):225-31.

[2] Hurrell RF, Reddy M, Cook JD. An evaluation of EDTA compounds for iron fortification of cereal-based foods. British Journal of Nutrition. 2000;84:903-10.

[3] Stolzfus RJ. Iron-deficiency anaemia: reexamining the nature and magnitude of the public health problem. Summary implications for research and programs. Journal of Nutrition. 2001;131(suppl. 2):697–701.

[4] WHO/MI/UNICEF. The MI-fund for accelerating the establishment of national scale flour fortification projects. *Updated review of flour fortification status in the Eastern Mediterranean/Middle East North Africa Region,Paper presented at the Technical Review Meeting*. Wageningen, The Netherlands 2002.

[5] Sadighia J, Sheikholeslamb R, Mohammad K, Pouraramb H, Abdollahib Z, Samadpourb K, et al. Flour fortification with iron: a mid-term evaluation. Public Health .2008;122:313-21.

[6] Hurrell RF. Preventing iron deficiency through food fortification. Nutr Revi. 1997;55:210-22.

[7] Hurrell RF, Juillerat MA, Reddy MB, Lynch SR, Dassenko SA, Cook JD. Soy protein, phytate and iron absorption in man. Am J Clini Nutr. 1992;56:573-8.

[8] Asenjo JA, Amar M, Cartagena N, King J, H iche E, Stekel A. Use of a Bovine Heme Iron Concentrate in the Fortification of Biscuits. J Food Scie. 1985;50(3):795–9.

[9] Davidsson L, Galan P, Kastenmayer P, Cherouvrier F, Juillerat MA, Hercb -erg S, et al. Iron bioavailability studied in infants: the influence of phytic acid and ascorbic acid in infant formulas based on soy isolate. Pediatric Research 1994a;36:816-22.

[10] Davidsson L, Kastenmayer P, Hurrell RF. Sodium iron EDTA [NaFe(III)EDTA] as a food fortificant: the effect on the absorption and retention of zinc and calcium in women. AmJClinNutr. 1994;60(2):231–7.

[11] Hurrell RF, Ribas S, Davidsson L. NaFe3+EDTA as a food fortificant: influence on zinc, calcium and copper metabolism in the rat. BrJNutr. 1994;71:85-93.

[12] INACG. Iron EDTA for food fortification. A report of the International Nutritional Anemia Consultative Group. The Nutrition Foundation, Inc, Washington, DC. 1993.

www.SID.ir

Archive of SID

Hassanien, F. R., El-Razik Ali, F., & El-Kayati, S. M. (1990). Efficiency of antioxidants from natural sources in bakery products. Food Chemistry. 1993;37:297–305.

[23] Gains CS. Instrumental measurement of hardness of cookies and crackers. Cereal Foods World. 1991;36:989, 91–94, 96.

[24] Manley D. Product development. *Technology of biscuits ,crackers and cookies, Third edition*. 3 ed. Cambridge, England: CRC Press 2000:63-7.

[25] Akhtar S, Anjum FM, Saleem-ur-Rehman. Effect of iron and zinc fortification on chemical composition of whole wheat flour. Journal of Research (Science). 2005;16(2):95-103.

[26] Akhtar S, Anjum FM, Rehman S-U, Sheikh MA, Farzana K. Effect of fortification on physico-chemical and microbiological stability of whole wheat flour. Food Chemistry. 2008;110:113–9.

[27] Mazloomi M.T, Ghazizadeh M, Behnam Moradi M. Enrichment of pasta with micronutrients and the influence of processing and cooking on retention of micronutrients (in Farsi). Pajouhandeh. 2006; 10(48): 395-401.

[28] Bovell-Benjamin AC, Allen LH, Frankel EN, Guinard JX. Sensory Quality and Lipid Oxidation of Maize Porridge as Affected by Iron Amino Acid Chelates and EDTA. J Food Scie. 1999;64 (2):371-6.

[29] Heimbach J, Rieth S, Mohamedshah F, Slesinskl R, Samuel-fernando P, Sheehan T, et al. Safety assessment of iron EDTA [sodium iron (Fe3+) ethylenediaminetetraacetic acid]: summary of toxicological, fortification and exposure data. Food Chem Toxi. 2000;38:99-111.

[30] Hurrell RF. Preventing iron deficiency through food fortification. Nutrition Reviews. 1997;55:210-22.

[31] Galliard T. Rancidity in Cereal Products. In: Allen JC, Hamilton RJ, eds. *In Rancidity in Foods*. New York: Applied Science Publishers 1983:109.

[13] JECFA. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 53rd Meeting, Summary and Conclusions. FAO/WHO website pre-publication notice. 1999.

[14] MacPhail AP, Patel RC, Bothwell TH, Lamparelli RD. EDTA and the absorption of iron from food. American Journal of Clinical Nutrition. 1994;59:644-8.

[15] Ramakrishnan U. Fortification. In: Walter T, Olivares M, Pizarro F, Hertrampf E, eds. *Nutritional anemias*. Boca Raton, Florida: CRC Press 2000:175-9.

[16] Doner G, Ege A. Evalution of digestion procedures for the determination of iron and zinc in biscuits by flam atomic absorption spectrometry. Analytica Chimica Acta. 2004;520:217-22.

[17] Hooda S, Jood S. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreat and treated fenugreek flour. Food Chemistry. 2005;90:427–35.

[18] Govindaraj T, KrishnaRau L, Prakash J. In vitro bioavailability of iron and sensory qualities of iron-fortified wheat biscuits. Food Nutr Bu. 2007;28 (3):299-306.

[19] Mandala IG, Ioannou CA, Kostaropoulos AE. Textural attributes of commercial biscuits .Effect of relative humidity on their quality. Inter J Food Scie Tech 2006;41:782–9.

[20] FDA. Food labeling subpart A—general provisions nutrition labeling of food, in: US Code of Federal Regulations,Title 21, Part 101, Section 101.9. US Government Printing Office,Washington, DC,available online at http:/www.cfsan.fda.gov/Ird/CFR101 9.HTML, accessed 12, February 2002.; 2001.

[21] AOAC. Approved methods of Association of Official Analytical Chemists (15th ed.). Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists. 1990.

[22] AOCS. Official methods of the American oil chemists society (4th ed.). Champaign, IL: American Oil Chemists Society. Bassiouny, S. S.,

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of fortification with NaFeEDTA on physicochemical and sensory properties of biscuit

Abedi, A. S. [1*], Mohammadi, M. [2*], Azizi, M. H. [3], Seyed Ahmadian, F. [4], Haratian, P. [5]

1- M.Sc. of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences
2- Researcher, National Nutrition & Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences
3- Associate Professor, Department of Food Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University
4- B.Sc. of Food Science and Technology, National Nutrition & Food Technology Research Institute, Shahid Beheshti University of Medical Sciences
5- Lecturer, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences
(Received:87/3/15 Accepted: 87/9/26)

The influence of different levels of NaFeEDTA compound on the physicochemical and sensory properties of Petit Beurre biscuit was evaluated. NaFeEDTA was added to biscuit formulation in levels of 576, 720, 864, 1008 and 1152 mg/kg so that 100 gram of fortified biscuits to be contained 7.2, 9, 10.8, 12.6 and 14.4 mg iron/100 g respectively. Fortified biscuits were stored in polyethylene pouches for 60 days under ambient temperature condition (17-20°c) and far from light. Fortification with NaFeEDTA had not significant effect on pH, moisture and ash content of fortified comparing to the control. The data measured an Atomic Absorption instrument showed that iron content was significantly different between the fortified and control samples (P<0.05). The percent of iron loss for fortified samples ranged between 2.63%, 0.33%, 0.64%, 2.53% and 1.18% respectively. The peroxide value was increased in all samples during a 60-day storage period; however this increase was higher in the fortified biscuits as compared to control especially after 28 days. NaFeEDTA compound at different levels had not significant effect on breaking strength of fortified biscuits. Sensory evaluations were showed that the addition of NaFeEDTA to the biscuit formula have significant effect (P<0.05) on the color, texture, and flavor of fortified biscuits. With regard to the results and also the use of NaFeEDTA in the proposed fortification range (10 mg iron, 67 mg EDTA/person per day), 720 mg/kg (9 mg iron/100 g) level of NaFeEDTA as an optimum level for biscuit fortification was suggested.

Keywords: Fortification, Biscuit, NaFeEDTA, Peroxide value, Breaking strength, Fe (Iron)

* Corresponding Author E-mail address: m_mohammadi1111@yahoo.com

www.SID.ir