



استفاده از جایگزین های چربی در فرآوری محصولات غذایی

معصومه بی تقصیرمهدی کدیور، محمد شاهی

بترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادان گروه صنایع غذایی
و قطب علمی سلامت مواد غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

M.bitaghsir@ag.iut.ac.ir

چکیده:

در کشورهای در حال توسعه بیماریهای با علل تغذیه ای رو به افزایش است زیرا میزان دریافت انرژی بسیار بالاست ولی میزان دریافت فیبرهای رژیمی کمتر از مقدار توصیه شده است. تمایل به استفاده از غذای حاوی چربی کمتر در بین مصرف کنندگان به دلیل وجود رژیم غذایی و هشدار های سلامت وجود دارد. در صورت مبتلا شدن به چاقی خطر بروز امراضی مانند بیماریهای قلبی عروقی، سرطان روده بزرگ و دیابت نوع دو افزایش می یابد. تغییر رژیم غذایی و سبک زندگی می تواند به جلوگیری و کاهش ابتلا به چنین بیماریهایی مؤثر باشد. حذف چربی در غذا منجر به ایجاد خواص حسی و عملکردی نامطلوبی می گردد که برای رفع مشکلات کیفی این دسته از محصولات، تعدادی ترکیبات تحت عنوان جایگزین چربی مورد استفاده قرار می گیرد. جایگزین چربی ماده ای است که جایگزین تمام یا قسمتی از چربی موجود در غذا شده و سبب کاهش میزان چربی و کالری دریافتی از غذا می شود و از طرفی باعث ایجاد بافت، طعم، احساس دهانی و مزه مشابه با حالتی می شود که غذا حاوی چربی اصلی است. جایگزینهای چربی مورد تایید FDA که امروزه مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از جایگزین چربی بر پایه کربوهیدرات، جایگزین چربی بر پایه پروتئین و جایگزین چربی بر پایه چربی. سالهای متمادی است که جایگزینهای چربی بر پایه کربوهیدرات بطور نسبی یا کلی جایگزین چربی میشوند. ترکیب جایگزینهای چربی بر پایه کربوهیدرات اغلب در محصولات قنادی استفاده میشود؛ زیرا آنها میتوانند مشابه چربی در این محصولات عمل کنند. از جمله مزایای استفاده از جایگزین چربی بر پایه کربوهیدرات این است که پلی ساکراید ها دارای فیبر رژیمی بالا و کلسترول پائین می باشند و طی تحقیقات مشخص شده است که استفاده از منابع فیبری به میزان ۲۰ گرم در روز سبب کاهش کلسترول خون می شود. جایگزینهای چربی بر پایه پروتئین بصورت دانه های ریز، مدور و میکروسکوپی تهیه میشوند که شبیه دانههای چربی است و سبب ایجاد بافت و احساس دهانی مشابه چربی میگردد. جایگزین چربی بر پایه چربی، از ملکولهای چربی تغییر یافته تشکیل شدهاند و برای داشتن ساختاری مشابه با چربیها سنتز گردیده و بنابراین توسط بدن جذب نمیشوند.

واژه های کلیدی: جایگزین چربی، فرآوری محصولات غذایی

مقدمه

در کشورهای در حال توسعه بیماریهای با علل تغذیه ای رو به افزایش است؛ زیرا میزان دریافت انرژی بسیار بالاست ولی میزان دریافت فیبرهای رژیمی کمتر از مقدار توصیه شده است (۲۰). بیماریهای عروق کرونری و اختلالات قلبی-عروقی علل اصلی شیوع بیماری و مرگ و میر در جوامع غربی است. رژیم غذایی نامناسب و عدم فعالیت فیزیکی سبب گسترش بیماریهای قلبی-عروقی میگردد. چاقی یکی از مشکلات مهم سلامتی است و از جمله علل این بیماری مصرف کالری بیش از حد، از طریق دریافت چربی و کربوهیدرات است (۱۷). لیپیدها غنیترین منبع انرژی در میان اجزاء غذایی میباشند و بیش از دو برابر پروتئینها و کربوهیدراتها انرژی تولید میکنند. از این نظر این مواد میتوانند در مورد افرادی که گرفتار کمبود انرژی غذایی هستند نقش مهمی ایفاء کنند. اما از طرف دیگر مصرف زیاد آنها در افرادی که از لحاظ دریافت انرژی مسئلهای ندارند، میتواند سبب افزایش میزان تری گلیسریدهای خون شود و به دنبال آن بیماریهای عروقی و نارساییهای قلبی به وجود آید (۱). در صورت مبتلا شدن به چاقی خطر بروز امراضی مانند بیماریهای قلبی _ عروقی، سرطان روده بزرگ و دیابت نوع دو افزایش می یابد (۲۶). شواهد موجود نشان میدهد که دریافت چربی با میزان کالری دریافتی کل متناسب میباشد. چربی موجود در رژیم غذایی، فاکتور عمومی در تمامی بیماریهاست و تحقیقات اخیر بیانگر این واقعیت است که بطور معمول غذای مصرفی غربیها تأمین کننده مقدار بیش از حد چربی و کلسترول است. بنابراین برای درمان آنها باید مقدار مصرف این مواد کاهش یابد (۱۷). تمایل به استفاده از غذای حاوی چربی کمتر در بین مصرف کنندگان به دلیل وجود رژیم غذایی و هشدار های سلامتی وجود دارد. امروزه مصرف کنندگان به میزان قابل توجهی نگران خطرات سلامتی ناشی از رژیم غذایی با چربی بالا هستند و سعی در کاهش میزان چربی رژیم غذایی خود دارند. افرادی که اضافه وزن دارند یا کسانی که میزان کلسترول خون آنها بالاست، باید میزان چربی دریافتی رژیم غذایی خود را به کمتر از ۳۰ درصد کاهش دهند (۲۸). بنابر این تغییر رژیم غذایی و سبک زندگی می تواند به جلوگیری و کاهش ابتلا به چنین بیماریهایی مؤثر باشد. شواهد اپیدمیولوژیکی نشان می دهد رژیم غذایی حاوی میزان بیشتری فیبر رژیمی و میزان کمتری چربی اشباع، چربی ترانس و کلسترول سبب افزایش



سلامتی می شود (۱۳). مطالعات اپیدمیولوژی در آسیا، آفریقا و شرق اروپا نشان می دهد که به علت وجود رژیم غذایی حاوی فیبر بالا، سرطانهای خاص کمتر و همچنین سرطانهای وابسته به هورمون کمتری در این افراد در مقایسه با جوامع غربی مشاهده میشود. رژیم غذایی حاوی فیبر کم و چربی بالا در جوامع غربی مرسوم است که باعث میشود سطح استروژن خون در آنها بالا رود و سبب پیشرفت سرطان و افزایش رشد تومورهای سرطانی گردد؛ به همین علت به جوامع شمال آمریکا توصیه میشود غذاهای حاوی فیبر بالا مصرف کنند چون این دسته از غذاها افراد را در مقابل انواع خاصی از سرطان مقاوم میکند (۲۱). هشدارهایی که در مورد بیماریهای مختلف و ارتباط آنها با رژیم غذایی داده شده است سبب تولید محصولات حاوی جایگزین چربی گردید (۲۹). امروزه ترکیبات متنوع و گستردهای به عنوان جایگزین چربی برای دستیابی به محصولات غذایی کمکالری معرفی شده است (۴). چربی یکی از ترکیبات مهمی است که خواص حسی محصولات نانوایی را تحت تأثیر قرار میدهد (۶). خواص ارگانولپتیکی چربیها در غذا شامل ایجاد طعم، آروما، رنگ، اثرات بروی بافت، احساس دهانی و رضایت مندی حسی کلی است (۱۷). حذف چربی در غذا منجر به ایجاد خواص حسی و عملکردی نامطلوبی می گردد که برای رفع مشکلات کیفی این دسته از محصولات، تعدادی ترکیبات تحت عنوان جایگزین چربی^۱ مورد استفاده قرار می گیرد (۹). جایگزین چربی ماده ای است که جایگزین تمام یا قسمتی از چربی موجود در غذا شده و سبب کاهش میزان چربی و کالری دریافتی از غذا می شود و از طرفی باعث ایجاد بافت، طعم، احساس دهانی و مزه مشابه با حالتی می شود که غذا حاوی چربی اصلی است (۲۹). این مواد بطور معمول نمیتوانند بصورت ۱:۱ با چربی جایگزین گردند (۳). محصولات تهیه شده با جایگزین چربی طبق U.S. FDA (2009)^۲، EU regulations با عنوان "fat" برچسب گذاری می شوند (۲۷). در میان ترکیبات جایگزین، کربوهیدراتها بطور گسترده در محصولات نانوایی مورد استفاده قرار میگیرند؛ که بعلاوه مزایای اقتصادی نسبی آنها در مقایسه با سایر جایگزینهای چربی است (۲۵). نفاله تجاری غلات، میوهها، آجیل و زیتون دارای مقدار قابل توجهی ترکیبات فراسودمند است که نه تنها سبب افزایش قدرت نگهداری آب و ظرفیت تعویض یونی میشود بلکه باعث کاهش چربی با حداقل اثر بروی خواص حسی و فیزیکی شیمیایی میگردد (۴).

نتایج و بحث:

جایگزینهای چربی مورد تایید FDA که امروزه مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از ۱. جایگزین چربی بر پایه کربوهیدرات ۲. جایگزین چربی بر پایه پروتئین ۳. جایگزین چربی بر پایه چربی (۲۸).

1- جایگزین چربی بر پایه چربی

این دسته از جایگزینها، از ملکولهای چربی تغییر یافته تشکیل شدهاند و برای داشتن ساختاری مشابه با چربیها سنتز گردیده و بنابراین توسط بدن جذب میشوند مثل اولئین^۳؛ و یا اینکه در روده به میزان جزئی جذب صورت میگیرد مانند کاپرنین^۴ (۲۹). کاپرنین خصوصیات کره کاکائو را داراست و در شیرینیهایی که دارای قالبهای شکلاتند استفاده میشود (۲۸). این جایگزین کره کاکائو در محصولات قنادی، تری گلیسرید کم کالری شامل کاپرلیک، کاپریک و بهنیک اسید است که میزان کالری تولیدی از آن ۵ کیلو کالری به ازای هر گرم میباشد؛ زیرا بهنیک بطور جزئی جذب می شود (۱۲). استرها به عنوان جانشینهای چربی سنتزی استفاده میشوند و در دستگاه گوارش توسط آنزیمهای لیپاز مورد هیدرولیز قرار نگرفته؛ بنابراین هضم و جذب نمیشوند (۲). اولسترا^۵ که امروزه تحت عنوان اولئین به بازار عرضه میشود از جمله محصولات مشهور این گروه است و از ۶-۸ اسیدچرب که با ساکارز پیوند کردهاند تشکیل شده است. چربی معمولی حاوی ۳ اسید چرب میباشد به همین علت اضافه کردن اسید چرب بیشتر باعث بزرگ شدن ملکول برای جذب میشود. در نتیجه از روده عبور کرده و در نهایت دفع میشود و از این طریق هیچ گونه کالری از طریق غذا دریافت نمی گردد. اولسترا دارای تمامی خواص معمول چربی است و میتواند در فرآوردههای سرخ کردنی مثل چیپس سیب زمینی استفاده گردد (۲۹). اولسترا فاقد کالری است زیرا تعداد و اندازه اسیدهای چرب آن قابل متابولیسم شدن نمیباشد. این ترکیب از دستگاه گوارش بصورت متابولیسم نشده عبور میکند و سبب نرم شدن مدفوع، انقباضات شکمی، کاهش جذب ویتامینها و مواد مغذی محلول در چربی میشود. اولسترا بعلاوه مقاومت حرارتی بالایی که دارد در محصولات نانوایی و اسنک بکار برده میشود (۳). سالاتریم^۶ از گروه تری گلیسریدهای اشباع است که شامل مخلوط اسیدهای چرب کوتاه و بلند زنجیر استری شده با گلیسرول میباشد که به عنوان جایگزین چربی در محصولات نانوایی، قنادی، شکلات و لبنی مورد استفاده قرار میگیرد. میزان انرژی تولیدی آن ۵ کیلو کالری به ازای هر گرم است زیرا اسیدهای چرب کوتاه زنجیر نسبت به بلند زنجیر کالری کمتری ایجاد میکنند (۱۲). امولسیفایرهای منو و دی گلیسرید نیز میتوانند برای جانشینی تمام یا قسمتی از محتوای شورتنینگ در مخلوط کیک، کلوچه و بسیاری از محصولات لبنی گیاهی استفاده شوند. میزان انرژی تولیدی توسط امولسیفایرها همانند چربیهاست با این حال بدلیل اینکه مقدار کمتری از آنها مصرف میشود در نتیجه محصول نهایی حاوی چربی کمتر و انرژی کمتری خواهد بود (۲۸). امولسیفایرهای معمولی شامل لستین، سدیم استئاریل لاکتیلات، منو و دی گلیسریدها است که برای ایجاد خواص مشابه با چربی حدود ۲۵٪-۷۸٪ کمتر از مقدار مورد نیاز چربی به این جایگزین ها احتیاج داریم (۲۵). از

¹Fat replacer

²United States of Food And Drug Administration

³European-union 2006

⁴ Olean

⁵ Caprenin

⁶ Olestra

⁷ Salatrim



جمله محصولات جدیدی که امروزه بطور گسترده استفاده میشوند شامل ترکیب چربی و روغن است. بسیاری از این محصولات هیچ گونه کالری، کلسترول و چربی ندارند ولی مزه و احساس دهانی مشابه چربی ایجاد میکنند در حالیکه متابولیسم جذب آنها همانند کربوهیدراتها میباشد. از آنجایی که این محصولات نسبت به حرارت مقاومت بنا بر این در تهیه محصولاتی که متحمل فرایند حرارتی با دمای بالا میشوند مانند چیپس، غذاهای اسنک، محصولات سرخ کردنی و نانوائی، بکار میروند (۲۸). ترکیبات دیگری که به عنوان جانشین چربیها مورد استفاده قرار میگیرد، پلی اتر پلیآلها هستند. این ترکیبات از واکنش گلیسرول با پروپیلن اکساید و سپس استری شدن با اسیدهای چرب تولید میشوند. این ترکیبات و همچنین اولسترا به عنوان جانشین چربی در روغنهای قنادی استفاده میشوند (۲).

۲- جایگزین چربی بر پایه پروتئین

این دسته از جایگزینها از آب پنیر شیر یا پروتئین تخم مرغ تهیه میشوند و تولید آنها شبیه نشاسته‌های غذایی اصلاح شده است. این ترکیبات در محصولات لبنی، مارگارین، سوپ، سس و محصولات نانوائی دیده میشوند (۲۸). برخی جایگزینهای چربی بر پایه پروتئین بصورت دانه های ریز، مدور و میکروسکوپی تهیه میشوند که شبیه دانههای چربی است و سبب ایجاد بافت و احساس دهانی مشابه چربی میگردد (۳). میزان کالری تولید شده توسط پروتئین و کربوهیدرات مشابه یکدیگر است و چنانچه از این جانشین های چربی در محصول استفاده شود سبب کاهش کالری دریافتی به میزان ۵ کیلوکالری بر گرم میگردد. از جمله این جایگزینها سیمپلس^۹ است که از پروتئین شیر یا سفیده تخم مرغ به دست میآید. فرایند تولید آن بدین صورت است که ابتدا پروتئینها را حرارت داده و سپس بشدت همزده میشوند تا ذرات بسیار ریزی را در طی فرایند ایجاد کنند. این ذرات کوچک به عنوان جانشین چربی استفاده شده که احساس دهانی مشابه چربی را ایجاد میکنند (۲۹). این شبه چربی ریز ذره در دسرهای منجمد، ماست و پنیر خامهای استفاده میشود (۳). در حالیکه در محصولات غذایی که در دمای بالا تهیه میشوند کاربردی ندارد بعلا اینکه پروتئینهای آن ممکن است دنا توره شود. بر پایه وزن خشک سیمپلس ۴ کیلوکالری بر گرم انرژی تولید میکند در حالیکه انرژی حاصل از ژل هیدراته آن ۱ کیلوکالری بر گرم می باشد (۲۵). دیگر جایگزینهای چربی پروتئینی دارای فرایند تولید متفاوت میباشند و یا از منابع دیگر پروتئینی مانند ذرت به دست میآیند (۲۸).

۳- جایگزین چربی بر پایه کربوهیدرات

سالهای متمادی است که جایگزینهای چربی بر پایه کربوهیدرات بطور نسبی یا کلی جایگزین چربی میشوند. این جانشینها از غلات، حبوبات و گیاهان مشتق شدهاند و شامل کربوهیدرات های قابل هضم و غیر قابل هضم میباشند (۱۶). از جمله ترکیبات این دسته شامل پلی دکستروز، پکتین، سلولز، فیبر رژیمی، بتا گلوکان، صمغ و مشتقات نشاسته (نشاسته اصلاح شده و دکستروز) میباشد. این مواد برخی از عملکردهای چربی را با استفاده از اتصال با آب تأمین کرده و سبب ایجاد بافت، احساس دهانی و کدورت مشابه چربی میشوند (۴). برخی جایگزینهای چربی بر پایه کربوهیدرات به عنوان ماده حجم دهنده استفاده میشوند. این مواد به سادگی نقش چربی را ایفاء کرده و سبب ایجاد ساختار میگردد (۲۸). از جمله مزایای استفاده از جایگزین چربی بر پایه کربوهیدرات این است که پلی ساکارید ها دارای فیبر رژیمی بالا و کلسترول پائین می باشند و طی تحقیقات مشخص شده است که استفاده از منابع فیبری به میزان ۲۰ گرم در روز سبب کاهش کلسترول خون می شود (۲۴). پلی دکستروز یک ترکیب حجم دهنده است که توسط پلیمریزاسیون تصادفی گلوکز، سوربیتول و اسید سیتریک بدست میآید. این محصول یک افزودنی مجاز غذایی است که اغلب به عنوان شیرین کننده غیر مغذی برای ایجاد بافت و احساس دهانی در محصولات کم کالری استفاده میشود؛ همچنین به عنوان جاذب رطوبت برای جانشین شدن با چربی یا شکر در محصولات قنادی، آدامس و درسینگ سالاد میتوان از آن استفاده کرد (۲۵). اکثر دکسترینها از تاپیوکا مشتق گردیدهاند. دکسترین میتواند جایگزین تمام یا بخشی از چربی در محصولاتی مانند چاشنی سالاد، پودینگ، دسرهای فریز شده و محصولات لبنی گردد. از جمله مواد دیگر سلولز است که میتواند جایگزین چربی در سسها، دسرهای فریز شده و محصولات لبنی گردد. ریزگرد سلولز در سرتاسر غذا جهت تأمین یک شبکه بدون کالری و نرم پراکنده میشود و خواصی شبیه به چربی را ایجاد میکند (۲۸). در سال های اخیر فیبر های رژیمی بسیار قابل توجه محققین هستند و این به علت اثرات سودمند آنها بر کاهش بروز انواع بیماری ها می باشد. در نتیجه از جمله راهکار ها در صنعت غذا فراهم کردن غذا های مفیدی است که فیبر های رژیمی را با چربی جایگزین کنند (۳۰). محصولات بر پایه فیبر مثل صمغ گوار، زانتان، عربی، کاراجینان و پکتین هیچ گونه کالری ایجاد نمیکند و در عین حال سبب ایجاد قوام، ژلهای و کرمی شدن در بافت غذا میگردد (۲۸). صمغ ها یا هیدروکلوئیدها پلیمرهای بلند زنجیر منو ساکاریدی هستند که به آسانی در آب حل شده و دارای اثرات قوام دهنده و افزایش دهنده ویسکوزیته میباشند. صمغ ها میتوانند همراه با یکدیگر یا با جانشین های چربی دیگر به عنوان شبیه ساز بافت چربی بکار روند. نشاسته و مشتقات آن عملکرد زیادی را در سیستم های جانشین چربی ایفا میکنند. زمانیکه حرارت مرطوب در نشاسته استفاده شود، گرانولها ذلتین شده و یک مخلوط قوام یافته، نرم و کرم مانند، شکل میگیرد. نشاستهها معمولاً از ذرت، سیب زمینی، برنج، گندم و تاپیوکا منشأ گرفتهاند. به هر حال، بیشتر نشاستهها بصورت تغییر یافته در سیستم جانشین چربی استفاده میشوند. این ترکیبات توسط هیدرولیز اسیدی و آنزیمی برای تولید پلیمرهای کوچکتر و یا با استفاده از اتصالات عرضی با جایگزینی تهیه می شوند. نشاستهها در سیستمهای با رطوبت بالا مثل درسینگ سالاد، امولسیونهای گوشت، پرکنندهها و محصولات قنادی مؤثر میباشند. پکتین شامل متیل استرهای جزئی پلی گالاتورونیک اسید است که در تمامی میوه ها و سبزیها وجود دارد. ژل های ایجاد شده توسط آن میتواند برای جایگزین شدن چربی در غذاهای مختلفی استفاده شود (۲۵). آلیگوساکاریدهای غیرشیرین (مالتودکسترینها با DE برابر ۵) که از نشاسته ذرت تولید میشود در آب داغ کاملاً محلول هستند. در صورتی که محلول آنها در آب داغ تهیه و سپس سرد شود، ژل تولید کرده به نحوی که بافتی شبیه بافت روغنهای

⁸ Polyether Polysols

⁹ Simples



خوراکی دارد. این ترکیبات می‌تواند تا اندازه‌های جانشین چربی شود، مثلاً چنانچه در مارگارینها استفاده شود، می‌توان تا ۳۵ درصد انرژی محصول را کاهش داد(۲). جایگزینهای چربی متنوعی با استفاده از بکارگیری انواع مختلف فرایندها بروی سلولز بدست می‌آید. این فرایندها شامل ۱. آسیاب مکانیکی (برای مثال سلولز پودری) ۲. تجزیه شیمیایی و مکانیکی در محیط مرطوب (مانند سلولز میکرو کریستاله) ۳. جداسازی شیمیایی (برای مثال سدیم کربوکسی متیل سلولز، متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز) (۳). ترکیبات سلولز به عنوان فیبر رژیمی استفاده می‌شود؛ زیرا بصورت هضم نشده از دستگاه گوارش عبور می‌کنند. جانشین های چربی بر پایه سلولز به عنوان پایدار کننده کف و امولسیونها، اصلاح کننده بافت و افزایش دهنده ویسکوزیته نیز استفاده میشوند (۲۵).

۳-۱ - استفاده از جایگزین چربی بر پایه کربوهیدرات در محصولات غذایی

ترکیب جایگزینهای چربی بر پایه کربوهیدرات اغلب در محصولات قنادی استفاده میشود؛ زیرا آنها میتوانند مشابه چربی در این محصولات عمل کنند. ویژگیهای مطلوب کیکهای با کیفیت شامل رنگ قهوه‌ای طلایی، حجم بالا، طعم مطلوب، بافت ترد، مطلوب و نرم، مغز کیک ظریف و با احساس دهانی مطلوب میباشد. انواع مختلف جایگزینهای بر پایه کربوهیدرات بعلاوه شبیه سازی این خواص مورد استفاده قرار میگیرند. در محصولات قنادی، صمغ زانتان به عنوان حجم دهنده و تثبیت کننده خمیر کیک به ترکیبات خشک استفاده میشود. سدیم کربوکسی متیل سلولز^{۱۰} در محصولات قنادی به دلیل افزایش دهنده حجم کیک، تثبیت کننده خمیر کیک و بهبود دهنده ساختار سلولی بکار میرود. مالتو دکسترین و شربت ذرت با فروکتوز بالا^{۱۱} نیز میتوانند در خمیر کیک استفاده شوند. مالتو دکسترین یک حالت نرمی، خواص حسی مطلوب، بافت و طعم مناسبی را ایجاد میکند. HFCS شیرینی، رنگ، قابلیت جذب رطوبت بالا و تردی را تأمین میکند (۲۵). با استفاده از فیبرهای محلول و نامحلول در چایتهای خواص تولید ژل نشاسته و مخلوط کردن خمیر بهبود یافت. جایگزینی ۵۰٪ از چربی در کلوچه با استفاده از بتا-گلوکان محلول و آمیلودکسترینهای مشتق شده از آرد یولاف صورت گرفت که تفاوت قابل توجهی با انواع تمام چرب نداشتند (۴). محققین از ژل فیبری محلول تولیدی از سبوس برنج و آرد جو به عنوان جایگزین چربی در نوعی غذای آسیایی استفاده کردند (۱۴). خمیر بیسکویت از آرد گندم نرم وضعیف تهیه میشود که توسط وجود شکر و شورتنینگ بالا در فرمولشان مشخص میگردند. در مطالعه‌ای به تولید بیسکویت حاوی چربی و شکر کمتر پرداختند در حالیکه خواص رئولوژیکی خمیر را نیز نشان دهد. اضافه کردن چهار ترکیب Raftilose، Novelose 330، سیمپلس خشک ۱۰۰ و سدیم کازینات خصوصیات کیفی خمیر و محصول را تحت تأثیر قرار داد. Novelose 330 و سدیم کازینات به ترتیب بروی سفتی خمیر بیسکویت و ضخامت ورقها مؤثر بود (۱۱). از جمله جایگزین های چربی، مخلوط آب پنیر و صمغ زانتان^{۱۲} است که به عنوان یک ترکیب سودمند شناخته شده و توسط لانتوئیل و همکاران (۲۰۰۵) در تهیه نوعی کیک مورد استفاده قرار گرفت. این جایگزین به میزان ۱۶۰ گرم بر کیلوگرم چربی مصرفی دارای خواص بافتی، رئولوژیکی و پروفیل ذوب مشابه با نمونه های بدون جایگزین بود (۱۹). بورتو و همکاران (۲۰۱۰) از ژل Chia (Salvia hispanica L) به عنوان جایگزین روغن و تخم مرغ در کیک استفاده کردند و دریافتند در سطح جایگزینی ۲۵ درصد تغییر قابل توجهی از لحاظ رنگ، مزه، بافت و قابلیت پذیرش محصول کم چرب نسبت به سطوح کنترلی مشاهده نشد و خواص حسی و عملکردی محصول در سطح بالایی قرار داشت (۷). در تحقیق دیگر تأثیر جایگزین های چربی بر پایه کربوهیدرات را به همراه امولسیفایر و بدون استفاده از امولسیفایر بر روی خصوصیات کیفی کیک های کم چرب مورد بررسی قرار دادند. جایگزین های چربی مورد استفاده Litesse، Paselli MD 10، N-Flat بودند که در سطوح ۲۵ تا ۵۰ درصد کمترین میزان دانسیته نسبی مشاهده شد ولی در صورت استفاده از امولسیفایر دانسیته نسبی به علت افزایش ظرفیت هوادهی خمیر بیشتر می شد. آنها دریافتند که استفاده از امولسیفایر به همراه جایگزین چربی سبب بهبود حجم کیک، قابلیت فشردن شدن و نرمی آن می گردد در صورتی که رنگ پوسته، رنگ مغز و طعم را تحت تأثیر قرار نمی دهد (۱۶). در سال ۲۰۱۰، مین و همکارانش از آرد Buck wheat به عنوان جایگزین چربی در کیک استفاده کردند. این آرد در امریکا برای تهیه غلات صبحانه و در ژاپن جهت تولید نودل و پاستا به کار می رود. آنها در این تحقیق با استفاده از روش پخت با بخار، ژلی از این شبه غله تهیه کرده و سپس عملیات خشک کردن توسط خشک کن غلطکی صورت گرفت. اضافه کردن این جایگزین بدین صورت بود که آن را با کمی آب مخلوط نموده و به مابقی ترکیبات کیک اضافه می کردند. این محققین مشاهده کردند پس از افزودن این جایگزین، دانسیته نسبی خمیر حاصل افزایش پیدا کرده و تا حدود ۲۰ درصد جایگزینی هیچ گونه کاهش حجمی دیده نشد (۲۳). در تحقیق دیگر از سبوس جو دوسر پخته شده توسط بخار^{۱۳}، به عنوان جایگزین چربی در کلوچه استفاده شد. لی و انگلت دریافتند هر چه میزان جایگزینی با سبوس جو دو سر بیشتر می شد ارتفاع و الاستیسیته محصول افزایش و قطر و رنگ کلوچه کاهش می یافت. مطالعه های دیگری در زمینه استفاده از سبوس برنج در تهیه دسر تایلندی و کیک گزارش شده است بدین صورت که استفاده از این جایگزین چربی در دسر تا سطح جایگزینی ۵ درصد سبب ایجاد قوام مشابه با کرم نارگیلی می شود (۲۰). فورکر و همکاران (۲۰۱۱) جهت بررسی اثر مخلوط فیبر ذرت، مالتو دکسترین و عصاره باقلائی مصری^{۱۴} به عنوان جایگزین چربی در بیسکویت میزان رطوبت، حجم، رنگ، بافت و خواص حسی محصول تولید شده را مورد ارزیابی قرار دادند. این تحقیق بیان می کند که جایگزینی ۳۰ درصد چربی سبب افزایش محتوای رطوبتی بعد از پخت، کاهش حجم و افزایش قوام در محصول می شود (۱۰). اینولین در محصولات کم چرب به عنوان جایگزین چربی مورد استفاده قرار می گیرد. زنجیره های بلند اینولین به علت تشکیل میکروکریستال هایی که بر یکدیگر اثر متقابل دارند سبب جذب میزان زیادی آب شده و در ایجاد

¹⁰ CMC

¹¹ HFCS

¹² Whey protein xanthan complex (WPXC)

¹³ Nutrient technical research involving metabolism oat bran (NutrimOB)

¹⁴ Lupine



شبکه زلی موثر می باشند. محققین اینولین را به عنوان جایگزین چربی در فرآوری برخی محصولات از جمله محصولات گوشتی و لبنی به کار برده اند (۵، ۲۲). ردیگز و همکاران (۲۰۱۲) از اینولین به عنوان جایگزین چربی در کیک استفاده کردند. این ترکیب با سطوح جایگزینی ۰.۳۵، ۰.۵۰، ۰.۷۰ و ۱.۰۰ درصد در فرمولاسیون کیک مورد استفاده قرار گرفت. نتایج رتبه بندی حسی حاکی از این بود که استفاده از اینولین تا سطح جایگزینی ۰.۷۰ درصد در مقایسه با سطوح کنترلی دارای تفاوت های قابل توجهی نمی باشد. در این تحقیق تصاویر حباب های خمیر توسط میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفت و نشان می داد که با افزایش سطح جایگزینی با اینولین اندازه حباب هوا کاهش می یابد (۲۷). در تحقیقی جایگزینی شورتینگ در کیک با کنسانتره بتاگلوکان حاصل از جو و یولاف انجام شد. کالینگا و میسرا (۲۰۰۹)، جایگزینی را در سطوح ۰.۲۰، ۰.۳۰ و ۰.۴۰ درصد در نظر گرفتند و خواص رئولوژیکی و فیزیکی خمیر و کیک حاصل از آن را ارزیابی کردند. به گونه ای که هرچه مقدار میزان جایگزینی افزایش مییافت رنگ پوسته روشنتر، رنگ مغز تیره تر و بافت کیک سفت تر میشد آنها دریافتند کیک حاوی ۰.۲۰ درصد کنسانتره بتاگلوکان جو، خواص کیفی مشابه با کیک تمام چرب را نشان می دهد (۱۵). در سال ۲۰۰۱، کیم و همکارانش از مالتو دکسترین (MD)^{۱۵}، آمیلو دکسترین (AD)^{۱۶}، اکتیل سوکسینیلید آمیلو دکسترین (OSAD)^{۱۷} و ترکیب آنها به عنوان جایگزین شورتینگ جهت تهیه کیک لایه های استفاده کردند. چگالی ویژه و ویسکوزیته خمیر و همچنین حجم کیک جهت مقایسه تیمارهای مختلف به کار گرفته شد. در مقایسه با کیک شاهد تمامی این خصوصیات در کیک حاوی AD کاهش و در کیکهای حاوی MD و OSAD افزایش یافت. مخلوط AD+MD و OSAD+MD دارای شاخص رنگ و حجم مشابه با حالت شاهد بودند. تیمار حاوی AD+MD پس از ۸ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد نسبت به سطح شاهد نرم تر بود (۱۸). برای تغییر فرمولاسیون نوعی غذای لب - چره^{۱۸} سودمند، وانسا و همکاران (۲۰۰۹) از اینولین و الیگوفروکتوز به عنوان جایگزین چربی در ماده تثبیت کننده عطر و طعم به کار رفته در این غذا استفاده کردند. سرعت هضم نشاسته و پذیرش کلی غذای حاوی جایگزین مورد ارزیابی قرار گرفت. غنی سازی محصول با فروکتانها^{۱۹} حاکی از این بود که شاخص گلیسمیک در افراد به میزان ۲۵ درصد کاهش یافت به عبارت دیگر این فیبرهای رژیمی به طور مؤثری سبب تأخیر در پاسخ گلیسمیک گردید. در نهایت مشاهده شد، لجره غنی شده با فروکتانها دارای پذیرش کلی مشابه با انواع تجاری بود (۸).

نتیجه گیری کلی:

حذف چربی در غذا منجر به ایجاد خواص حسی و عملکردی نامطلوبی می گردد که برای رفع مشکلات کیفی این دسته از محصولات، تعدادی ترکیبات تحت عنوان جایگزین چربی مورد استفاده قرار می گیرد. استفاده از جایگزین های چربی یکی از نوآوری های تغییر فرمول مواد غذایی فرآوری شده است که در نتیجه تغییر در نیاز مصرف کننده و تقاضای بازار معرفی می گردد. جایگزین چربی ماده ای است که جایگزین تمام یا قسمتی از چربی موجود در غذا شده و سبب کاهش میزان چربی و کالری دریافتی از غذا می شود و از طرفی باعث ایجاد بافت، طعم، احساس دهانی و مزه مشابه با حالتی می شود که غذا حاوی چربی اصلی است. در سال های اخیر فیبر های رژیمی بسیار قابل توجه محققین هستند و این به علت اثرات سودمند آنها بر کاهش بروز انواع بیماری ها می باشد. در نتیجه از جمله راهکار ها در صنعت غذا فراهم کردن غذا های مفیدی است که فیبر های رژیمی را با چربی جایگزین کنند.

منابع:

۱. فاطمی، ح، ۱۳۸۴، شیمی مواد غذایی، چاپ پنجم، شرکت سهامی انتشار .
۲. کرامت، ج، ۱۳۸۷، مبانی شیمی مواد غذایی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.
3. Akoh, C. C, 1998, Fat replacers, Food technology, 52:47-53.
4. Ashraf, S., S. M. G. Saeed, S. A. Sayeed, R. Ali, H. Saeed, and M. Ahmed, 2012, Effect of fat-replacement through rice milling by-products on the rheological and baking behaviour of dough, African Journal of Agricultural Research, 7:5898-5904.
5. Bayarri, S., L. Gonzalez-Tomas, I. Hernando, M. A. Lluch, and E. Costell, 2011, Texture perceived on inulin-enriched low-fat semisolid dairy desserts. rheological and structural basis, Journal of Texture Studies, 42:174-184.
6. Bennion, e. b., g.s.t. Bamford, 1997, the technology of cake making, Ed: A.J.Bent. blackie academic & professional, UK.
7. Borneo, R., A. Aguirre, and A. E. Leon, 2010, Chia (Salvia hispanica L) Gel Can Be Used as Egg or Oil Replacer in Cake Formulations, Journal of the American Dietetic Association, 110:946-949.
8. Capriles, V. D., R. A. M. Soares, M. E. M. Pinto e Silva, and J. A. G. Areas, 2009, Effect of fructans-based fat replacer on chemical composition, starch digestibility and sensory acceptability of corn snacks, International Journal of Food Science & Technology, 44:1895-1901.
9. Devereux, H. M., G. P. Jones, L. McCormack, and W. C. Hunter, 2003, Consumer acceptability of low fat foods containing inulin and oligofructose, Journal of Food Science, 68:1850-1854.

¹⁵ maltodextrin

¹⁶ amy lodextrin

¹⁷ octenyl succinylated amy lodextrin

¹⁸ Snack

¹⁹ Fructan



10. Forker, A., S. Zahn, and H. Rohm, 2012, A combination of fat replacers enables the production of fat-reduced shortdough biscuits with high-sensory quality, *Food and Bioprocess Technology*, 5:2497-2505.
11. Gallagher, E., C. M. O'Brien, A. G. M. Scannell, and E. K. Arendt, 2003, Use of response surface methodology to produce functional short dough biscuits, *Journal of Food Engineering*, 56:269-271.
12. Gershoff, S. N., 1995, Nutrition evaluation of dietary fat substitutes, *Nutrition Reviews*, 53:305-313.
13. Hu, F. B., 2002, Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology, *Current Opinion in Lipidology*, 13:3-9.
14. Inglett, G. E., S. C. Peterson, C. J. Carriere, and S. Maneepun, 2005, Rheological, textural, and sensory properties of Asian noodles containing an oat cereal hydrocolloid, *Food Chemistry*, 90:1-8.
15. Kalinga, D., and V. K. Mishra, 2009, Rheological and physical properties of low fat cakes produced by addition of cereal glucan concentrates, *Journal of Food Processing and Preservation*, 33:384-400.
16. Khalil, A. H., 1998, The influence of carbohydrate-based fat replacers with and without emulsifiers on the quality characteristics of lowfat cake, *Plant Foods for Human Nutrition*, 52:299-313.
17. Khan, R., 1993, *Low Calorie Foods and Food Ingredients*, Blackie Academic & Professional, UK.
18. Kim, H. Y. L., H. W. Yeom, H. S. Lim, and S.-T. Lim, 2001, Replacement of shortening in yellow layer cakes by corn dextrins, *Cereal Chemistry*, 78:267-271.
19. Laneville, S. I., P. Paquin, and S. L. Turgeon, 2005, Formula Optimization of a Low-fat Food System Containing Whey Protein Isolate-Xanthan Gum Complexes as Fat Replacer, *Journal of Food Science*, 70:s513-s519.
20. Lee, S., S. Kim, and G. E. Inglett, 2005, Effect of shortening replacement with oatrim on the physical and rheological properties of cakes, *Cereal Chemistry*, 82:120-124.
21. Madhusudhan, B., 2009, Potential benefits of flaxseed in health and disease-A perspective, *Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS)*, 74:67-72.
22. Mendoza, E., M. L. Garcia, C. Casas, and M. D. Selgas, 2001, Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages, *Meat Science*, 57:387-393.
23. Min, B., S. M. Lee, S.-H. Yoo, G. E. Inglett, and S. Lee, 2010, Functional characterization of steam jet-cooked buckwheat flour as a fat replacer in cake-baking, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90:2208-2213.
24. Mitra, A., D. Bhattacharya, and A. Mitra, 2009, Role of Flax and Flax Gum in Health and Diabetes, *Indian Journal for the Practising Doctor*, 5:1-2.
25. Paintsil, Y. P., 2008, Sensory and Rheological Properties of Reduced-Fat Rock Buns and Mango Pie Containing a Papaya (*Carica papaya*)-Derived Fat Replacer, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana.
26. Roberts, S. B., F. X. Pi-Sunyer, M. Dreher, R. Hahn, J. O. Hill, R. E. Kleinman, J. C. Peters, E. Ravussin, B. J. Rolls, E. Yetley, and S. L. Booth, 1998, Physiology of Fat Replacement and Fat Reduction: Effects of Dietary Fat and Fat Substitutes on Energy Regulation, *Nutrition Reviews*, 56:29-41.
27. Rodriguez-Garcia, J., A. Puig, A. Salvador, and I. Hernando, 2012, Optimization of a sponge cake formulation with inulin as fat replacer: structure, physicochemical, and sensory properties, *Journal of Food Science*, 77:C189-C197.
28. Sandra Bastin, M. N. S., R.D., 1997, fat replacers, State Extension Specialist, Food and Nutrition Cooperative Extension Service. University of Kentucky, College of Agriculture, H.E. 3-208.
29. Wylie-Rosett, J., 2002, Fat Substitutes and Health An Advisory From the Nutrition Committee of the American Heart Association, *Circulation*, 105:2800-2804.
30. Zahn, S., F. Pepke, and H. Rohm, 2010, Effect of inulin as a fat replacer on texture and sensory properties of muffins, *International Journal of Food Science & Technology*, 45:2531-2537.