

شرکت بازرگانی دولتی ایران مرکز پژوهشهای غلات

شرکت بازرگانی دولتی ایران
مرکز پژوهشهای غلات
گروه تکنولوژی فرآوری غلات



آشنایی با
بهبود دهندہ های نان

تدوین: مهندس سارا دانشگر، مهندس آرشن طاهری
ویراستار: مهندس غفور مطلبی

مقدمه

واژه بهبود دهنده به گروه بزرگی از مواد اطلاق می گردد که به منظور بهبود برخی خواص خمیر و کیفیت نهایی نان به آرد گندم و یا خمیر آن افزوده می شود. در صنایع آرد و نان ، استفاده از این واژه کاملاً معمول بوده و غالباً شامل چندین جزء به همراه یک حامل است، که به توزیع و پخش اجزاء کمک کرده ، باعث سهولت استفاده از تمامی اجزاء موجود در ترکیب بهبود دهنده می شود.

بهبود دهنده ها باعث افزایش کیفیت نان و قابلیت ماندگاری آن می شوند. از مزایای بهبود دهنده ها در خمیر این است که به گسترش خمیر سرعت می بخشد و زمان ورامدن خمیر را کاهش می دهد و آن را نسبت به شرایط مختلف آب و هوایی و دمایی مقاوم می سازد و از وارفتن خمیر در مرحله تخمیر نهایی و پخت نان جلوگیری می کند.

بهبود دهنده ها با اثرات اختصاصی برای تهیه نان ها ارائه می شوند و باعث رفع عیوب نان می گردند. کاربرد همه بهبود دهنده ها مشابه هم نبوده و بعضی از آن ها کاملاً عکس بعضی دیگر عمل می کنند. بنابراین قبل از

شرکت بازرگانی دولتی ایران مرکز پژوهشهای غلات

استفاده، شناخت عملکرد آنها ضروری است. به طور مثال بعضی از بهبود دهنده‌ها موجب تقویت خمیر می‌شود و بعضی دیگر موجب کاهش استحکام خمیر می‌شوند.



شرکت بازرگانی دولتی ایران مرکز پژوهشهای غلات

مهمترین اثرات بهبود دهنده ها عبارتند از :

کمک به فرآیند تخمیر ، مانند فرآورده های آنزیمی همچون آرد تهیه شده از آرد مالت و یا آلفا آمیلاز تهیه شده از منابع قارچی

کمک به تولید گاز ، مانند غذای مخمر از جمله کلرور آمونیوم

کمک به حفظ و نگهداری گاز، مانند ترکیبات اکسید کننده و از جمله اسید آسکوربیک

کمک به نرمی نان مانند گلیسرول مونو استئارات (GMS)

کمک به بهبود رنگ مغز نان ، مانند آرد سویا

آسکوربیک اسید یا ویتامین C

آسکوربیک اسید یا ویتامین C در مقادیر فراوان در بسیاری از میوه ها و سبزیها یافت می شود و از جمله ویتامینهای ضروری در جیره روزانه انسان است. استفاده از آن در تهیه نان سالهاست که شناخته شده و در این زمینه از سال ۱۹۳۶ به عنوان یک اختراع در انگلستان به ثبت رسیده است. آسکوربیک اسید ترکیبی اکسید کننده بوده و در برخی موارد (مثلاً در اتحادیه اروپا) تنها ترکیبی است که مصرفش در تهیه نان مجاز شناخته شده است.



این اسید با تاثیری که بر ساختار گلوتن می گذارد باعث بهبود نگهداری گاز در خمیر می شود. از نظر ساختمان شیمیایی ، آسکوربیک اسید یک ماده احیاء کننده بوده (به همین دلیل به آن آنتی اکسیدان گفته می شود) ، اما در حین مخلوط کردن خمیر و در حضور اکسیژن و تحت تاثیر آنزیم آسکوربیک اسید اکسیداز به دی هیدرو آسکوربیک اسید تبدیل می شود. اکسیژن مورد نیاز در حین به هم زدن خمیر و هوایی که بدین ترتیب در آن وارد می شود، تامین می گردد. قابل ذکر است آنزیم یاد شده به صورت طبیعی در آرد گندم وجود دارد (Collins, ۱۹۹۴).

از نظر شیمیایی ، فرآیند اکسید شدن آسکوربیک اسید در حین مخلوط کردن پیچیده است (Williams and Pullen, ۱۹۹۸). اما احتمالاً اکسید شدن گروههای سولفیدریل (-S-H) ، پروتئین های شکل دهنده گلوتن و تشکیل پیوند های دی سولفید (-S-S) در این زمینه دخالت دارند.

اثر نهایی آسکوربیک اسید افزایش قابلیت خمیر در نگهداری گاز و تولید نانی با ساختار سلولی ریز و یکنواخت خواهد بود. این تغییرات باعث خواهد شد تا مغز نان نرمی به دست آید و چنان خاصیت ارتجاعی داشته باشد که

شرکت بازرگانی دولتی ایران مرکز پژوهشهای غلات

پس از وارد آمدن فشار ، مجدداً به شکل اولیه خود برگردد. همین پدیده است که تاثیر عمیقی در زمینه تشخیص تازگی نان بر مصرف کننده می گذارد.



وابستگی آسکوربیک اسید به اکسیژن برای تبدیل شدن به دی هیدرو آسکوربیک اسید به آن معنی است که مقدار هوا که در حین مخلوط کردن خمیر باید وارد آن شود، دارای نقش و اثر مهمی است و به همین دلیل است که شدت اکسیداسیون در خمیر تحت تاثیر آسکوربیک اسید بر حسب نوع مخلوط کن متفاوت خواهد بود. زیرا توانایی مخلوط کن ها در وارد کردن هوا به خمیر با یکدیگر متفاوت است (March, ۱۹۹۸). به همین دلیل روشهای مخلوط کردن خاصی وجود دارد که با کمک آنها مقادیر زیادی هوا وارد خمیر شده (Chamberlain, ۱۹۷۹) و بدین ترتیب بر شدت اکسیداسیون خمیر تحت تاثیر آسکوربیک اسید افزوده می شود. استفاده از مخلوط کن های فشار-خلاء باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

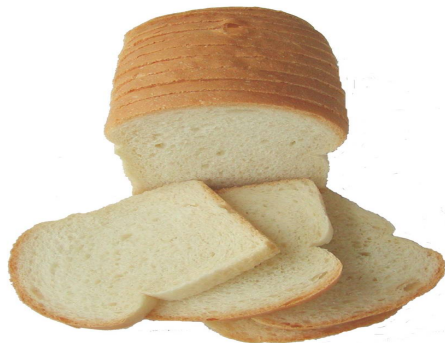
اثر اکسید کنندگی آسکوربیک اسید صرفاً محدود به دوره مخلوط کردن است، زیرا به محض پایان این دوره ، مخمر تمامی اکسیژن موجود در حبابهای هوای محبوس در خمیر را مصرف کرده (Chamberlain, ۱۹۷۹) و به این ترتیب ، خمیری که از مخلوط کن خارج می شود ، حاوی گاز نیتروژن (موجود در هوا) و دی اکسید

کربن (حاصل از فعالیت تخمیر مخمر) خواهد بود و تحت این شرایط ، آسکوربیک اسید به عنوان یک ماده احیاء کننده عمل خواهد کرد. در صورتی که از آسکوربیک اسید در فرآیند تهیه نان استفاده شده باشد و زمان تخمیر طولانی در نظر گرفته شود، آنگاه آسکوربیک اسید فرصت کافی برای انجام فعالیت به صورت یک ماده احیاء کننده را داشته ، باعث تضعیف ساختار گلوتنی شده، و در نتیجه مقداری از گاز موجود در خمیر از دست خواهد رفت. به همین دلیل است که استفاده از آسکوربیک اسید در سیستم هایی که فرآیند تهیه نان به طور سریع انجام می شود، بسیار مناسب خواهد بود.

با مقایسه اثر آسکوربیک اسید با برومات پتاسیم در دوره مخلوط کردن ، می توان دریافت که آسکوربیک اسید تغییرات بیشتری را در رئولوژی خمیر به وجود آورده و آن را نسبت به تغییر شکل مقاوم تر می کند . برومات پتاسیم نیز اثر خود را در مراحل انتهایی تخمیر و اوایل پخت بر خمیر باقی می گذارد.

آرد سویا

استفاده از آرد سویای کامل که در آن آنزیم ها فعال هستند از دهه سی میلادی (۱۹۳۰) به عنوان ماده ای با خاصیت عملکردی (بهبود دهنده) معمول بوده است. اغلب از آن به عنوان حامل دیگر اجزاء، دارای خواص عملکردی - مثلاً اکسید کننده ها - که به مقدار کم استفاده می شوند ، یاد می شود هر چند که خود نیز دارای اثراتی است. دانه سویا دارای درصد بالایی روغن بوده و عطر و طعم لوبیایی آن کاملاً مشخص است و چنانچه به مقدار زیاد مصرف شود، می تواند اثر نامناسبی داشته باشد، هر چند به طور معمول بین ۱ تا ۲ درصد از آن در ترکیب نان مصرف می گردد. آرد سویا دارای سه اثر عمده بر نان است به این ترتیب که باعث روشن شدن رنگ مغز نان می گردد ، از طریق اکسیداسیون به احتباس گاز کمک می کند و مقدار جذب آب مورد نیاز خمیر را افزایش می دهد . دو اثر اول به واسطه فعالیت آنزیم های طبیعی موجود در آرد سویا امکان پذیر بوده و بنابراین ضروری است که آرد سویای فعال از نظر آنزیمی استفاده شود.



آرد سویا دارای مقدار قابل توجهی آنزیم لیپوکسیژناز است که در رنگبری نقش مهمی دارد. با کمک این آنزیم، ترکیبات واسطه واکنش های اکسیداسیون که در حین مخلوط کردن خمیر شکل گرفته اند، مقدار زیادی از اکسیژن موجود در هوا را به خمیر وارد نموده و باعث بی رنگ شدن رنگدانه های زرد موجود در آرد گندم خواهد شد. به این ترتیب آرد رنگبری شده و بافت مغز نان روشن خواهد شد. در این حالت هرچه مقدار اکسیژن در دسترس بیشتر باشد، اثر رنگبری نیز شدیدتر اتفاق می افتد.

به نظر می رسد اثر اکسیداسیونی آرد سویا به دلیل آزاد شدن چربی های متصل از برخی قسمت های خاص گلوتن باشد که به این ترتیب پروتئین ها خاصیت آبدوستی بیشتری پیدا کرده، به تشکیل حباب های هوای دارای سطح ویسکوالاستیک در درون خمیر کمک می کنند (Frazier et al., ۱۹۷۳). از آرد سویا و مشتقات آن در موارد دیگری مثلاً به عنوان جایگزین تخم مرغ یا در تهیه نان های عاری از گلوتن نیز می توان استفاده کرد (Cauvain, ۱۹۹۸).



α - آمیلاز

α - آمیلازها گروهی از آنزیم ها هستند که باعث شکسته شدن گرانول های نشاسته متورم (پس از جذب آب) حاوی آمیلوز و آمیلوپکتین می شوند و آنها را به مولکولهای کوچکتر دارای زنجیره کوتاه و بدون انشعاب به نام دکستریز تبدیل می نماید.

به دنبال فعالیت α - آمیلاز امکان فعالیت بتا آمیلاز فراهم خواهد شد تا نشاسته به واحدهای مالتوز تبدیل شود. آرد گندم معمولاً دارای مقدار کافی بتا آمیلاز است، اما میزان α - آمیلاز در آن متفاوت بوده و در برخی موارد آنقدر کم است که تبدیل نشاسته به مالتوز به صورت محدود انجام خواهد شد.

مالتوز بعد از تشکیل ، توسط مخمر تخمیر شده تا مقداری گاز کربنیک در خمیر ایجاد شود. بنابراین کاملاً می توان به نقش اساسی و مهم α - آمیلاز در تولید گاز پی برد.

با توجه به آنچه که ذکر شد، می توان دریافت که هدف اساسی از افزودن α -آمیلاز به خمیر ، افزایش امکان تولید گاز است، اما در کنار آن این امر باعث بهبود نگهداری گاز ، افزایش حجم نان و نرمی آن خواهد شد (Cauvain and Chamberlain, ۱۹۸۸) که اکنون مهم ترین دلیل افزودن آنزیم از منابع مختلف به شمار می آید.

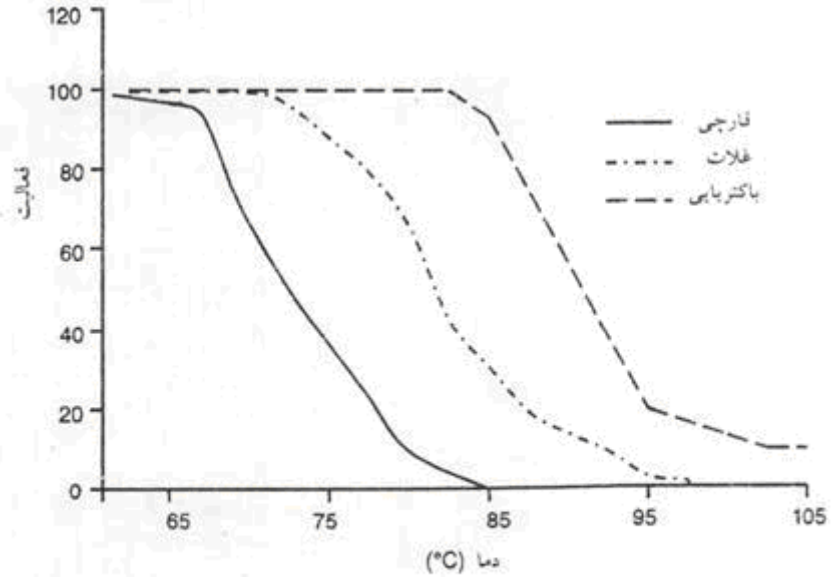
رایج ترین منبع α -آمیلاز برای افزودن به خمیر نان ، آرد گندم یا جو جوانه زده بوده، اما اکنون استفاده از آنزیم هایی که از منابع قارچی (آسپرژیلوس ارایزه)^۱ یا باکتریایی به دست می آید نیز رایج است . مهمترین تفاوت موجود بین انواع α -آمیلاز ، به میزان مقاومت آنها نسبت به حرارت باز می گردد.

(Williams and Pullen, ۱۹۹۸)



هرچه α -آمیلاز مقاومت بیشتری نسبت به حرارت داشته باشد، در حین پخت، مقدار بیشتری از نشاسته را خواهد شکست. به صورت یک قاعده کلی، α -آمیلازهای حاصل از منابع باکتریایی مقاومت بیشتری نسبت به انواع تهیه شده از جو یا گندم جوانه زده داشته و دسته اخیر مقاوم تر از انواع قارچی هستند. آنچه امروزه آمیلازهای مالتوژنیک نامیده می شوند حاصل منابع باکتریایی تعدیل یافته بوده و از نظر ترکیب و ساختار، بسیار شبیه به آنزیمهای حاصل از منابع قارچی می باشند.

میزان مقاومت آمیلاز به حرارت از اهمیت بسیاری برخوردار است ، زیرا آمیلاز تعادل را در زمینه اثرات بد و خوب آن در حین پخت فراهم می آورد . آمیلاز در خمیر ، به گرانولهای آسیب دیده نشاسته حمله نموده و مولکولهای نشاسته را می شکند . با افزایش حرارت خصوصاً در حین پخت ، تورم و ژلاتینه شدن نشاسته ، مقادیر بیشتری سوبسترا جهت اثر آنزیم مهیا خواهد شد و آنزیم نیز با افزایش درجه حرارت ، با سرعت و شدت بیشتری اثر خواهد نمود. به این ترتیب با تشکیل همزمان شبکه انعطاف پذیر گلوآسی ، حفظ و نگهداری گاز بهبود یافته که این امر را میتوان جنبه مثبت واکنش در نظر گرفت ، اما از سویی دیگر تشکیل مقدار قابل توجهی دکستروز را که حالت چسبنده دارد میتوان به عنوان جنبه منفی تلقی نمود.



اثر دما روی فعالیت آلفا- آمیلاز

به منظور دستیابی به بهترین شرایط ، بهتر است که از آمیلاز تهیه شده از منابع قارچی استفاده شود. نوع مالتوژنیک را نیز به دلیل اثر ضد بیاتی آن که باعث نرم شدن بافت نان می گردد می توان به کار برد . اما در هر حال باید توجه داشت که استفاده بیش از حد آنزیم ، با توجه به نرم شدن بیش از حد بافت ، بعدها مشکلاتی را در حین برش نان ایجاد خواهد کرد. استفاده از آمیلاز تهیه شده از منابع باکتریایی نیز با توجه به اینکه مقاومت خوبی به حرارت دارد ، باعث می شود تا آنزیم پس از پخت نان به صورت فعال باقی مانده و در حین نگهداری نان به شکل کنترل نشده باعث نرم شدن مغز نان شود.



آرد مالت

در صورتی که به خمیر ، آرد مالت حاوی مقادیر فراوان α -آمیلاز افزوده شود باعث ایجاد حفره در نان می شود ، که علاوه بر شل شدن خمیر و از دست دادن شکل ، موارد دیگری مانند تیره شدن بافت ، فشرده شدن مغز نان در مجاورت نواحی تغییر شکل یافته نیز ممکن است دیده شود . به این حالت گاهی در اصطلاح ((استخوان)) نیز گفته می شود (به این دلیل که مقطع نان تا حدودی شبیه استخوان است).



آرد جو یا گندم جوانه زده از نظر فعالیت آنزیمی منابع بسیار مناسبی به شمار می‌آیند، به گونه‌ای که از آنها جهت بهتر شدن نگهداری گاز در خمیر استفاده می‌شود. این حالت به دلیل فعالیت بالای آنزیم α -آمیلاز است، اما به دلیل تداوم فعالیت مخمر در فر، مرکز خمیر حتی پس از تشکیل پوسته، همچنان به افزایش حجم خود ادامه می‌دهد و به این ترتیب باعث می‌شود که مغز نان تحت فشار قرار گرفته هوای موجود در سلولهای مغز نان خارج شده و بافت مغز تیره تر به نظر آید. برای مشاهده بهتر این حالت، می‌توان بافت مغز نان را بین دو انگشت فشرد که به دنبال آن تغییر رنگ دیده خواهد شد. افزایش شدید حجم قسمت‌های مرکزی نان باعث می‌شود تا تراکم آن کاهش یابد. با سرد شدن نان و افزایش فشار محیطی، نان قادر به حفظ ساختار خود نبوده، از حجم و استحکام آن به شدت کاسته خواهد شد، که این وضعیت را خصوصاً به هنگام برش نان به خوبی می‌توان مشاهده کرد.

نرم شدن بافت نان به احتمال فراوان به دلیل فعالیت شدید آنزیم‌های پروتئولیتیک است که در آرد جو یا گندم جوانه زده به وفور یافت می‌شود. جوانه زدن، مقدار طبیعی آنزیم‌ها را به شدت افزایش می‌دهد. آنزیم‌های

پروتئولیتیک ، ساختار پروتئین را تضعیف کرده و باعث شل شدن خمیر می شود . در کنار آنها α -آمیلاز نیز با شکستن نشاسته موجود در آرد و آزاد نمودن آب آزاد در خمیر می تواند باعث شل شدن خمیر شود.

نرم شدن خمیر ، ناشی از فعالیت آنزیم ها خصوصاً در مواقعی است که عملیات تخمیر به صورت عمده و طولانی انجام می شود . زیرا در این وضعیت آنزیم زمان کافی برای تاثیرگذاری را خواهد داشت . در روش های سریع تهیه خمیر هر چند نرم شدن خمیر چندان دیده نخواهد شد ، اما احتمال بروز ایجاد حفره در نان همچنان وجود خواهد داشت که به دلیل فعالیت شدید آنزیمی است .



سیستئین هیدروکلراید

سیستئین یک اسید آمینه طبیعی است که به واسطه دارا بودن گروه سولفیدریل (S-H) قادر است پیوندهای دی سولفیدی (S-S) موجود بر روی ساختار گلوتن را احیا نماید. از این اسید آمینه غالباً برای افزایش حلالیت آن ، به شکل نمک هیدروکلراید استفاده می شود.

استفاده از آن از دهه ۱۹۶۰ میلادی آغاز و به صورت یک ترکیب کلیدی در فرایندهای بهبود کیفیت ، خصوصاً در فرآیندی به نام توسعه و بهبود کیفیت خمیر آغاز شد (Cavain, ۱۹۹۸). در این فرآیند از L-سیستئین هیدروکلراید به همراه برومات پتاسیم و اسید اسکوریک استفاده شد تا بتوان به طور همزمان از خصوصیات اکسید و احیا کنندگی آنها جهت عمل آوری سریع خمیر ، بدون نیاز به هر نوع مخلوط کن با دور بالا استفاده نمود . در حال حاضر این روش جای خود را به روشهایی که در آنها از مخلوط کن های مارپیچی استفاده می شود داده است .

گاهی احياء پيوندهای دی سولفیدی توسط L-سیستین را می توان به صورت فیزیکی و با استفاده از روش تهیه نان موسوم به ((کورلی وود، CBP))^۱ به انجام رساند . با توجه به اینکه در این روش نیروی زیادی به خمیر وارد می شود ، با استفاده از سیستین هیدروکلراید می توان بخشی از نیروی وارد شده را کاهش داد. آنچه با اطمینان خاطر می توان گفت آن است که سیستین هیدروکلراید خواص رئولوژیکی خمیر را تعدیل نموده و فرایند تهیه آن را بهبود می بخشد . افزودن این ترکیب به محصولاتمانند خمیر پیتزا که فرایند تخمیر را پشت سر گذارده و باید پهن شود یا به صورت لایه لایه درآید ، باعث کاهش جمع شدن خمیر و محصول نهایی می شود .



امولسیفایرها

امروزه تولید نان به سمت اتوماتیک و نیمه اتوماتیک پیش می رود و نحوه زندگی مردم نیز موجب خرید کمتر نان تازه می شود و بنابراین استفاده از افزودنیهای مختلف طبیعی و مصنوعی در تولید نان لازم است. از این رو در این قسمت کاربرد امولسیفایرهای مختلف و عوامل اصلاح کننده خمیر نان مورد بحث می باشد.

تعدادی از این افزودنیها به ویژه مواد طبیعی نظیر صمغ ها بصورت سنتی در برخی محصولات استفاده می شود. سایر امولسیفایرها بویژه انواع مصنوعی که به صورت جداگانه و با ترکیب با مواد طبیعی موجود هستند دارای قابلیت کاربردی فوق العاده ای در تولید نانهای مسطح هستند.

تعریف و طبقه بندی امولسیفایرها

طبق تعریف Becher (۱۹۶۵)، امولسیون یک سیستم نا همگن است که حداقل شامل یک مایع قابل امتزاج بوده که در یک مایع دیگر به صورت قطرات کاملاً ریز، پخش شده است که قطر این ذرات حداکثر ۱/۰ میکرومتر است، چنین سیستم هایی دارای پایداری کمی هستند که با افزودن مواد فعال در سطح، مواد جامد ریز شده و غیره، این پایداری تقویت می گردد. طبقه بندی نسبتاً ساده ای برای مواد امولسیفایری آورده شده است که یک تقسیم بندی اختیاری بوده و شامل سه گروه اصلی می شوند.

الف- مواد جامد ریزی که به راحتی پخش می شوند (finely divided solids)

ب- موادی که در طبیعت وجود دارند (naturally occurring materials)

ج- مواد فعال سطحی (surface-active materials)

در تولید نان مسطح سایر امولسیفایرها، بویژه انواع سنتزی، که به صورت جداگانه و یا ترکیب با مواد طبیعی موجود هستند، دارای قابلیت کاربرد فوق العاده ای در تولید صنعتی نانهای مسطح هستند.

مواد طبیعی موجود و مواد فعال سطحی، کاربرد گسترده ای در صنایع غذایی دارند. مواد طبیعی موجود (برخی از صمغ ها یا هیدروکلوئیدها) از یک نظر جزء مواد فعال در سطح هستند. اختلاف در این است که مواد فعال سطحی، سنتزی بوده و برای کاربرد ویژه میتوانند تولید شوند، در حالی که مواد طبیعی، به صورت طبیعی در محصولات وجود دارند و اغلب گران قیمت، حساس به pH و در برابر هیدرولیز آسیب پذیر می باشند.

امولسیفایر های فعال سطحی (Surface-active materials)

مواد فعال سطحی بر اساس گروه مولکولی هیدروفیل به پنج گروه زیر تقسیم می شوند:

- ۱- امولسیفایر های فعال آنیونی (بار مثبت)
- ۲- امولسیفایر های فعال کاتیونی (بار منفی)
- ۳- امولسیفایر های فعال غیر یونی (دوقطبی، بدون بار)
- ۴- آمفولیتیک (بار مثبت و منفی)
- ۵- امولسیفایر های غیر محلول در آب

امولسیفایر های فعال در سطح غیر یونی، کاربرد گسترده ای در صنایع غذایی دارند. امولسیفایر ها مزایای کیفی و اقتصادی زیادی دارند و تحت تاثیر سختی آب و pH نمی باشند.

شرکت بازرگانی دولتی ایران مرکز پژوهشهای غلات

قابل توجه این است که قدیمی ترین امولسیفایر آنیونی که صابون می باشد هنوز در پخت یک نوع نان مسطح (سنگک) در ایران به کار می رود.



روش دیگر طبقه بندی امولسیفایرهای سنتزی توازن لیپوفیل - هیدروفیل (HLB) آنها است که به کارایی آنها برای کاربرد در سیستم غذایی خاص بستگی دارد. امولسیفایر هایی که HLB آنها ۶-۵ است به شدت لیپوفیل (محلول در چربی) هستند و برای امولسیون های آب در روغن مناسب هستند در حالی که آنهایی که دارای HLB ۸ الی ۱۸ هستند هیدروفیل اند و برای امولسیون های روغن در آب مناسب می باشند.



از امولسیفایرها در ترکیب بهبود دهنده های نان به دلایل متعددی استفاده می شود که از آن جمله می توان به موارد ذیل اشاره نمود :

۱. کمک به کنترل اندازه حبابهای گاز
۲. بهبود نگهداری گاز
۳. بهبود مقاومت خمیر
۴. بهبود و افزایش نرمی مغز نان

به کارگیری هریک از امولسیفایرهای مجاز برای استفاده درست، بسته به نوع آن می تواند بخشی یا همه اثرات یاد شده را کم و بیش داشته باشد. معمول ترین امولسیفایرهایی که جهت بهبود خواص خمیر و افزایش کیفیت نان به کار گرفته میشوند به شرح ذیل می باشند.

مونو و دی گلیسیرید ها (Mono and diglycerides)

این ترکیبات شامل مخلوطهای حاوی مونو و دی استرهای روغنها و چربی های خوراکی یا اسید های چرب تشکیل دهنده چربی خوراکی می باشند. محصولات تجاری موجود از نظر قوام، مایع تا پلاستیک تا سخت ، متفاوت هستند و رنگهای مختلفی از زرد تا کرم دارند. دارای عطر و بوی ملایم و غیر محلول در آب هستند. به عنوان تقویت کننده خمیر، امولسیفایر، طعم دهنده، روان کننده، نرم کننده، پایدار کننده، مواد فعال در سطح، بافت دهنده و غلیظ کننده در محصولات نانوائی (تخمیر شده با مخمر) به کار می روند. لازم به ذکر است همگی جزو مواد GRAS¹ طبقه بندی می شوند.

¹ Generally Recognized as Safe

مونو گلیسیریدهای استیلی شده (Acetylated monoglycerides)

این ترکیبات استرهای گلیسیرین با اسید استیک و اسیدهای چرب تشکیل دهنده چربی های خوراکی هستند. عطر و طعم ملایمی دارند و غیر محلول در آب می باشند و به عنوان امولسیفایر ، روان کننده و اصلاح کننده بافت (بهبود دهنده بافت) به کار می روند و مقدار آنها برای کاربرد در ماده غذایی ، بیشتر از مقدار مورد نیاز برای بدست آوردن اثر مورد نظر نمی باشد.



مونو و دی گلیسیرید های دی استیل اسید تارتاریک (DATAEM)^۱

این ترکیبات محصولات میانی گلیسیرید های روغن ها و چربیهای خوراکی یا اسید های چرب متشکله آنها با "انیدرید تارتاریک دی استیل" هستند. این استرها به صورت مایع ویسکوز و چسبناک تا ترکیب قوام دار مشابه چربی تا یک جامد مومی شکل می باشند. کمی بوی اسیدی دارند و محلول در آب و روغن هستند. آنها در محصولات نانوائی کاربرد امولسیفایری و طعم دهندگی دارند و جزو ترکیبات GRAS هستند.

استرهای دی استیله اسید تارتاریک و مونو و دی گلیسیرید ها (استرهای DATA) با کاهش اندازه سلولهای هوا (گاز) در خمیر ، ساختار سلولی ریزتری به وجود می آورند . این دسته از امولسیفایرها به حفظ و نگهداری گاز کمک کرده ، باعث بهتر شدن حجم نان و افزایش نرمی بافت و مغز آن می شوند. این امولسیفایرها معمولاً تا حد ۰/۳ درصد وزن آرد در انواع مختلف نان و محصولات تخمیری به کار می روند .

¹ Diacetyl tartaric acid ester of mono-and diglycerides (DATAEM)

گلیسرول مونو استئارات (GMS)

گلیسرول مونو استئارات به هر دو شکل مایع یا پودر مورد استفاده قرار می گیرد و تاثیر چندانی بر نگهداری گاز و حجم نان نداشته و بیشتر باعث نرمی مغز نان می شود به همین دلیل به عنوان یک ماده با اثر ضد بیاتی شناخته شده است .

مونو و دی گلیسیریدهای اتوکسیل شده (EMD)^۱

این ترکیبات مخلوطهایی از استرهای میانی استئارات، پالمیتات و مقادیر کمتری میریستات گلیسرین هستند که با ۲۰ مول اکسید اتیلن به ازای هر مول مخلوط از واکنش α - مونوگلیسیرید کندانس شده اند. به صورت مات و زرد روشن، مایع های روغنی یا مشابه ژل هستند و طعم نسبتاً تلخ دارند و محلول در آب هستند و در

^۱ Ethoxylated mono and diglycerides

شرکت بازرگانی دولتی ایران مرکز پژوهشهای غلات

روغن سبزیجات نسبتاً محلولند. آنها به عنوان مشروط کننده و امولسیفایر در خمیر و در محصولات نانوائی تخمیری به میزان ۰/۵٪ آرد به کار می روند.

استر های لاکتیل اسیدهای چرب (Lactylic esters of fatty acids)

این ترکیبات به صورت مواد جامد مومی سخت تا مایعات هستند و در آب داغ قابل پخش هستند و در روغن سبزیها قابل حل می باشند و به عنوان امولسیفایر و ایجاد ویژگی پلاستیکی در مواد غذایی و محصولات نانوائی عمل می کنند.

استر های پلی گلیسرول اسیدهای چرب (Polyglycerol esters of fatty acids)

این ترکیبات زرد رنگ تا کهربائی، روغنی، مایعی غلیظ و پخش شونده در آب هستند. به عنوان امولسیفایر در مخلوطهای کیک و محصولات قنادی به کار می روند.

مونو و دی استرهای پروپیلن گلیکول (Propylene glycol mono and diesters)

این ترکیبات مایعات شفاف یا سفید رنگ تا پولک های زرد رنگ هستند. طعم و بوی ملایمی داشته، نامحلول در آب هستند. به عنوان امولسیفایر و پایدار کننده در خمیر کیک به کار میروند.

لاکتیلاتهای استئارویل کلسیم و سدیم (SSL and CaSL)^۱

این ترکیبات مخلوطی از نمکهای سدیم و کلسیم اسید لاکتیلیک استئارویل هستند و از نمکهای دیگر این اسید به نسبتهای خیلی کمی برخوردار می باشند. کمی هیگروسکوپیک (جاذب رطوبت) هستند و به صورت پودر های خامه ای رنگی وجود دارند، بوی ملایم شبیه به کارامل دارند و کمی در آب داغ محلول هستند. به عنوان مشروط کننده های خمیر و پایدار کننده مواد کف کننده (Whipping) کاربرد دارند. میزان استفاده آنها در محصولات تخمیری نانوائی، ۰/۵٪ وزن آرد است.

۱- Sodium and calcium steryl lactylate(SSL and CaSL)

سدیم استئارویل-۲-لاکتیلات

باعث بهبود نگهداری گاز ، حجم نان و نرمی مغز نان می شود ولی در صورت استفاده در مقادیر مشابه با استرهای DATA اثر کمتری داشته و معمولاً برای محصولات مانند دونات^۱ که در تهیه آنها شکر استفاده میشود به کار می رود.



Doughnuts^۱

فورمات استریل سدیم (Sodium stearyl fumarate)

این ترکیب به شکل پودری نرم و غیر محلول در آب است. به عنوان مشروط کننده خمیر در محصولات نانوائی حجیم و غیر حجیم در حدود ۰/۵٪ تا ۱٪ آرد بکار می رود.

استر سوربیتان (مونو استئارات سوربیتان) (Sorbitan ester)

مخلوطی از استرهای سوربیتول اسید پالمیتیک و اسید استئاریک و مونو و دی انیدریدهای آنها هستند. به صورت کرم روشن تا قهوه ای رنگ و جامد مومی شکل و سخت با طعم و بوی ملایم وجود دارند. در آب سرد نامحلول هستند ولی در آب گرم پخش می شوند. به عنوان ترکیب ضد کف ، امولسیفایر و پایدار کننده در مخلوطهای کیک به میزان ۰/۶٪ به کار می روند.

مونو گلیسیریدهای سوکسینیل دار (Succinylated monoglyceride)

مخلوطی از استرهای مونو و دی گلیسیریدهای اسید سوکسینیک هستند که با سوکسینیل دار کردن محصول از طریق گلیسیرولیز چربیها و روغنهای خوراکی یا استریفیکاسیون مستقیم گلیسیرول با اسیدهای چرب چربیهای خوراکی بدست می آیند. به صورت مواد جامد مومی شکل، دارای رنگ سفید مایل به خاکستری و طعم ملایم هستند و در خمیر نان به عنوان مشروط کننده و امولسیفایر به کار می روند.

استر ساکاروز (Sucrose ester)

به عنوان امولسیفایر ، پوشش محافظتی و بافت دهنده در محصول نانوائی در سطحی کمتر از مقدار مورد نیاز برای اثر مورد نظر به کار می رود.

مواد طبیعی موجود (Naturally occurring materials)

این امولسیفایرها، از منابع طبیعی مثل گیاهان عالی، صمغ های دانه ای و جلبک های دریائی استخراج می شوند و یا محصولات تخمیر میکروبی مثل صمغ گزانتان و دکستران هستند. امولسیفایرهای طبیعی موجود اغلب مواد امولسیون کننده کمکی هستند زیرا بیشتر آنها وقتی به تنهایی در ماده غذائی به کار روند کافی نیستند اما به صورت ترکیبی اثر امولسیون کنندگی خوبی دارند. امولسیفایر های طبیعی موجود به دو گروه اصلی تقسیم می شوند:

۱- فسفولیپیدها و استرولها

۲- صمغ های محلول در آب

فسفولیپید ها (لستین) و استرول ها (لانولین) به میزان کمی در چربیها و روغن ها وجود دارند.

لستین از سویا استخراج می شود و لانولین از موم تصفیه شده حاصل از پشم گوسفند بدست می آید. صمغ های محلول در آب به ۴ گروه اصلی شامل صمغ تراوشی گیاهان عالی، عصاره جلبک های دریائی، صمغ های دانه ای و صمغ های میکروبی تقسیم می شوند. بر اساس گروه بندی شیمیایی ، صمغ های محلول در آب به ترکیبات آنیونی و غیر یونی تقسیم می شوند. گروه آنیونی شامل تراوشهای گیاهان عالی مثل صمغ عربی ، صمغ هندی، کارایا و کتیرا یا عصاره های حاصل از جلبک های دریائی مثل آلژیناتها و کاراگینان می باشند. صمغ های دانه ای نظیر صمغ گوار، صمغ دانه افاقیا و تمر هندی ترکیباتی غیر یونی هستند.

فسفو لیپیدها

لستین : لستین به گروهی از ترکیبات طبیعی و پیچیده فسفولیپیدها که غالباً از سویا به دست می آیند ، اطلاق می شود. این ترکیب مخلوطی کمپلکسی از فسفاتیدیل کولین، فسفاتیدیل اتانول آمین و فسفاتیدیل اینوزیتول و مقادیر مختلفی از تری گلیسیرید ها، اسیدهای چرب و کربوهیدراتهایی که از سویا بدست آمده است می باشد. لستین تصفیه شده (در درجات مختلف) ممکن است شامل این ترکیبات با نسبتهای مختلف باشد. رنگ آن زرد روشن تا قهوه ای است و محلول نیمه جامدی است که دارای بوی خشکبار و طعم ملایم است. این ترکیب به عنوان آنتی اکسیدان و امولسیفایر دارای کاربرد گسترده ای در صنایع نانوائی است. از آنها در محصولات مانند باگت و سایر محصولاتی که دارای پوسته است ، استفاده می شود و می تواند ضمن کمک به نگهداری گاز ، به تشکیل پوسته نان نیز کمک نماید .



صمغ‌های گیاهی (Plant exudates)

صمغ عربی (اکاسیا): این صمغ از ساقه یا شاخه های *Acacia Senegal* بدست می آید و محلول در آب است و به عنوان امولسیفایر، طعم دهنده ، پایدار کننده و غلیظ کننده به کار می رود. این ترکیب در صورتی که مطابق روش ساخت مناسب و در حد ۱٪ در صنایع پخت به کار رود GRAS محسوب می شود.

صمغ کارایا: این ترکیب تراوش صمغی خشک شده درخت *Starculia ureg* است. به صورت اشکال اشک مانند در اندازه های مختلف و یا به صورت تکه های شکسته نامنظم که کمی ظاهر کریستال دارند موجود می باشد. رنگ آن زرد مات تا قهوه ای مایل به صورتی شفاف است و در فرم پودر شده ، خاکستری روشن تا خاکستری صورتی است. این ترکیب در آب تشکیل ژل می دهد که برای کاربرد به عنوان امولسیفایر، کمک کننده فرمولاسیون، پایدار کننده و غلیظ کننده در صنایع نانوائی می باشد. این ترکیب در صورتی که بر طبق عمل ساخت مناسب به کار رود به عنوان GRAS محسوب می شود.

صمغ کتیرا : این ترکیب تراوش صمغی خشک شده حاصل از بوته *Astragalus gummifier* است. این ترکیب بی بوست و مزه لعابی (*Mucilaginous*) دارد و به صورت پودر شفاف سفید تا زرد مات وجود دارد. صمغ کتیرا در صنایع پخت ، به عنوان امولسیفایر، غلیظ کننده و نگهدارنده به کار می رود. این ترکیب در حد ۰/۲٪ در صنایع پخت به عنوان GRAS محسوب می شود.

صمغ های دانه ای (Seed Gums)

صمغ گوار : این ترکیب پودر سفید مایل به زردی است که در آب داغ یا سرد قابل پخش شدن است و از آندوسپرم های *Cyamopsis tetragonolobus* بدست می آید. این ترکیب شامل پلی ساکارید های هیدروکلوئیدی با وزن مولکولی بالاست که از واحدهای مانوز و گالاکتوز که با پیوند گلیکوزیدی به هم متصل شده اند تشکیل شده است و در شیمی به عنوان گالاکتومانان نامیده می شود. این ترکیب کم بو و محلول در آب است و به عنوان امولسیفایر، تثبیت کننده ، پایدار کننده و غلیظ کننده در صنایع پخت به کار می روند. حد مجاز استفاده از این ترکیب ۰/۳۵٪ است.

صمغ دانه اقاچیا : پلی ساکارید گالاکتومانان می باشد که از آندوسپرم دانه *Ceratonia ailiqua* بدست می آید. این ترکیب پودری سفید ، بی بو و بدون طعم است اما وقتی در آب می جوشد طعم بقولات را ایجاد می کند. به عنوان امولسیفایر ، پایدار کننده و غلیظ کننده به کار می رود. حد مجاز مصرف آن در صنایع پخت ۰/۱۵٪ می باشد.

عصاره جلبک های دریائی

کاراگینان : این ترکیب با استفاده از آب یا محلولی قلیائی از اعضای خاصی از خانواده *Rhodophyceace* (جلبکهای دریائی قرمز) استخراج می شود. هیدروکلوئیدی است که بیشتر دارای پتاسیم ، سدیم، منیزیم، کلسیم و استرهای سولفات آمونیوم گالاکتوز و کوپلیمرهای ۶ و ۳- انیدرو گالاکتوز است. رنگ نسبتاً زرد تا سفیدی دارد، بی بو است و طعم لعابی دارد و به صورت پودر نرم تا زبر موجود است. به عنوان امولسیفایر، پایدار کننده، غلیظ کننده و ترکیب ژله ای کننده عمل می کند.

صمغ میکروبی

صمغ گزانتان : پلی ساکاریدی با وزن مولکولی بالاست که از تخمیر کربوهیدرات ها توسط کشت خاص باکتری گزانتوموناس کامپستریس (*Xanthomonas campestris*) تولید می شود. این ترکیب شامل واحدهای اصلی D- گلوکز و D- مانوز همراه با اسید D- گلوکورونیک است. به صورت پودر خامه ای رنگی شامل نمکهای سدیم، پتاسیم و کلسیم تهیه می شود و در آب داغ و سرد محلول است. به عنوان ماده منعقد کننده ، کامل کننده، امولسیفایر، پایدار کننده، سوسپانسیون کننده و غلیظ کننده به کار می رود.

تخم مرغ

تخم مرغ معمولاً جهت افزایش استحکام بافت خمیر در فرمولاسیون نان مورد استفاده قرار می گیرد. ضمن اینکه روی رنگ و طعم نان نیز تاثیر می گذارد. اگر تنها برای استحکام بافت از تخم مرغ استفاده شود می توان از سفیده تخم مرغ استفاده کرد. در حالیکه زرده تخم مرغ علاوه بر بهبود رنگ و افزایش ارزش غذایی نان موجب تردی بافت نان می شود.

همچنین لستین موجود در تخم مرغ به عنوان یک امولسیفایر طبیعی عمل نموده و چربی های اضافه شده به خمیر را در ارتباط با رطوبت موجود در آن نگه می دارد که این ویژگی به خصوص در نانهایی با چربی بالا مهم می باشد.



شیر و فرآورده های آن

شیر بیشتر به صورت خشک و بدون چربی در فرمولاسیون نان به کار میرود زیرا در این حالت دارای قیمت کمتر بوده و قابلیت نگهداری آن در شرایط معمولی محیط بهتر است بنابراین استفاده شیرخشک کاربردی تر است . اما از شیر تازه هم میتوان به جای شیر خشک استفاده کرد که در این صورت طعم و مزه بهتری حاصل خواهد شد. زیرا طی فرآیند خشک کردن شیر بخشی از مواد موثر در طعم و بو که فرار هستند از آن خارج می شوند. استفاده از شیر در تهیه خمیر باعث بهبود طعم و مزه، بهبود رنگ، افزایش حجم خمیر و افزایش ارزش غذایی نان می شود همچنین به فرایند تخمیر کمک می نماید.

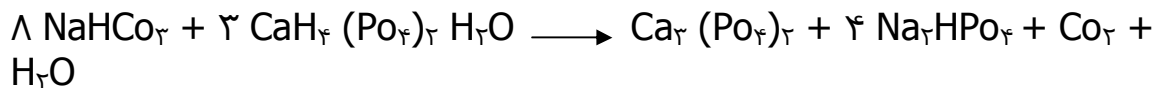
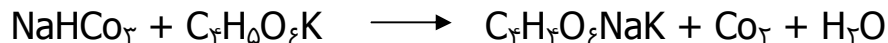
استفاده از شیر خشک در فرمول نان بیشتر برای ازدیاد حجم ، در اثر بالا بردن قابلیت نگهداری گاز در شبکه گلوتن و بازدهی محصول ، شکل پذیری بهتر خمیر ، بهبود رنگ پوسته و مغز ، بهبود طعم و بو ، افزایش ارزش غذایی و کمک به فرآیند تخمیر انجام میگیرد . بعلاوه اضافه کردن شیر خشک جذب آب خمیر را بالا برده و موجب نگهداری آب در محصول نهایی می گردد. در آردهای ضعیف اضافه کردن شیر سبب اصلاح شبکه

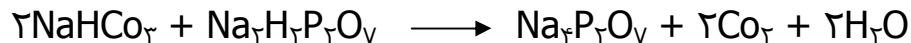
گلوتن و قوام خمیر می شود، شیر همچنین قدرت تحمل تخمیر آرد را بالا برده و باعث زیاد و یکنواخت شدن حبابهای مغز نان و حالت اسفنجی ریز در آن می شود و در نتیجه در حالت فیزیکی نان هم اثر دارد. شیر دارای قدرت امولسیون کنندگی نیز هست و این ویژگی موجب می شود که اجزا فرمول با هم بهتر مخلوط شده و خمیر یکنواخت تری به دست آید.



پودرهای نانویی Baking powders

از پودرهای نانویی برای بهبود حجم ، بهبود رنگ پوسته ، تردی بافت ، بالا بردن قابلیت کشش شبکه گلوتن خمیر و به طور کلی اصلاح پاره ای از ویژگی های خمیر استفاده می شود. پودرهای نانویی از بیکربنات سدیم و نوعی اسید ضعیف ساخته می شوند که در محیط مایع و در اثر بالا رفتن دما ایجاد گاز کربنیک می کنند و این گاز موجب افزایش حجم و اسفنجی شدن و تخلخل بافت نان ، بیسکویت، کیک و فرآورده های مشابه می شود. واکنش هایی که منجر به سنتز گاز کربنیک می شوند را می توان به صورت های زیر خلاصه نمود:





سدیم فسفات سدیم پیروفسفات + بیکربنات سدیم

دما



Baking Soda

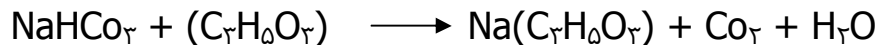
Washing soda

بودرهای نانوائی دارای ترکیب ثابتی نیستند بلکه با فرمول ها و به اسامی مختلف برای مصارف متنوع تولید می شوند ، گاهی به جای بیکربنات سدیم از بیکربنات آمونیوم و بیکربنات کلسیم و فسفات اسید کلسیم استفاده می گردد که علاوه بر ایجاد گاز، تقویت کننده مخمرها برای رشد و نمو نیز هستند .

پودرهای نانوايي بیشتر بر اساس ۴۰٪ اسيد، ۲۰٪ بيكرينات سدیم و ۴۰٪ ماده پرکننده (Filler) که بیشتر آرد برنج یا ذرت و یا حتی آرد نرم گندم است ترکیب می شوند. به عنوان اسيد از کرم تارتار یا تارتارات اسيد پتاسيم و یا محلول ۶۴٪ اسيد سدیم پيروفسفات یا مونو کلسيم فسفات استفاده می گردد.



پودرهای نانوائی را باید در محل خشک غیر قابل نفوذ به رطوبت نگهداری نمود چون رطوبت سبب تجزیه مخلوط شده و ممکن است قسمت عمده ای از اثرات آن بدین ترتیب خنثی شود. به طوریکه گفته شد بیکربنات سدیم در اثر دما تبدیل به گاز کربنیک و کربنات سدیم می شود و در صورتیکه مقداری روغن در محیط موجود باشد با آن ترکیب شده و ایجاد صابون می نماید که تیره رنگ و دارای بوی نامطبوعی است ، این ترکیب در دمای بالا تجزیه می شود ولی در دمای پخت نان با ثبات است . برای جلوگیری از تشکیل این ماده یعنی کربنات سدیم یا **Washing soda** پودرهای نانوائی را با نوعی اسید مخلوط می کنند تا بدینوسیله از ایجاد آن جلوگیری شود.



به طور کلی بر حسب نوع و میزان تاثیر، پودرهای نانوائی به صورت زیر طبقه بندی می شوند:

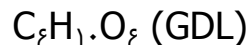
۱- با عمل فوق العاده سریع: این دسته موادی هستند که کمی بعد از مخلوط شدن با آب و آرد مقدار زیادی از گاز کربنیک آنها آزاد می شود و بقیه آن بتدریج در مراحل بعدی صانع می گردد نمونه این مواد عبارتند از : سدیم اسید پیرو فسفات

۲- با عمل خیلی سریع: نظیر مونو کلسیم ارتو فسفات H_2O , $Ca(H_2PO_4)_2$ ، اسید کلسیم فسفات، مونو کلسیم فسفات و تارتارات که برای تولید نان مناسب نیستند چون گاز کربنیک آنها خیلی سریع آزاد می شود .

۳- با عمل نسبتاً سریع: مانند پتاسیم بی تارتارات $KHC_4H_4O_6$ ، سدیم اسید پیرو فسفات $Na_2H_2P_2O_7$ ، فسفات اسید کلسیم هیدراته H_2O , $Ca(H_2PO_4)_2$, $NaHCO_3$ که یک سوم تا دو سوم گاز کربنیک خود را در دمای اتاق آزاد می کند.

۴- با اثر کند: این نوع قسمت عمده CO_2 خود را تا زمانیکه محصول وارد فر پخت نشده آزاد نمی کنند مواد مختلفی در این دسته قرار می گیرند مانند:

- کلسیم پیرو فسفات و سدیم پیرو فسفات همراه با بیکربنات سدیم و نشاسته ذرت



- گلوکونودلتالاکتون

- فسفات مضاعف سدیم و آلومینیوم که نسبت به مخلوط فوق (کلسیم پیرو فسفات و سدیم پیرو فسفات همراه با بیکربنات سدیم و نشاسته ذرت) اثر کمتری دارد.

- سولفات مضاعف سدیم و آلومینیوم که در این دسته از همه دیرتر اثر می کند

- اسید آدیپیک

برای نتیجه گیری بهتر ، همزمان مخلوطی از موادیکه سریع اثر می کند و موادیکه دیر اثر می کند مورد استفاده قرار می گیرد.

گاهی از بی کربنات سدیم به تنهایی هم استفاده می شود که به علت قلیایی کردن محیط دخالت در جذب ویتامینهای گروه B ، املاح آهن، کلسیم، منیزیم، روی و غیره و تاثیر در ایجاد اختلالات گوارشی و قلبی مصرف آن محدود شده است و امروزه بیشتر به صورت مخلوط با سایر مواد مورد استفاده قرار می گیرد و در هر صورت مقدار آن در فرمول مواد دهنده نباید از ۳۰٪ تجاوز کند.

از گلوکونودلتالاکتون به عنوان عامل اسیدی کننده هم استفاده می شود، این ماده انیدرید حاصل از اسید گلوکونیک است. درصد مواد اولیه در پودرهای نانوایی با توجه به عدد خنثی کنندگی تعیین می شود. عدد خنثی کنندگی عبارت است از مقدار وزنی جوش شیرین لازم برای خنثی کردن ۱۰۰ واحد وزنی مواد اسیدی تحت شرایط استاندارد که برای مواد اسیدی متداول عبارت است از:

عدد خنثی کنندگی اسید تارتاریک ۱۱۶- کرم تارتار ۵۰- مونوکلسیم فسفات بدون آب ۸۰- دی کلسیم فسفات ۳۳- سدیم اسید پیرو فسفات ۷۲- گلوکونودلتالاکتون ۵۵- سدیم آلومینیوم فسفات هیدراته ۱۰۰- سدیم آلومینیوم فسفات بدون آب ۱۱۰- سدیم آلومینیوم سولفات ۱۰۰ است.

استفاده نادرست از مواد حجم دهنده قلیایی و اسیدی ممکن است موجب پیدایش نقاط تیره روی سطح محصول ، سبز شدن بافت به دلیل بالا رفتن مقدار بیکربنات ، تغییر طعم و ایجاد طعم قلیایی در اثر کمی مصرف اسیدی کننده ها شود.

جایگزین های بی کربنات سدیم (جوش شیرین)

مصرف جوش شیرین در فرآورده های غلات بویژه کیک، نان و بیسکویت از سالها پیش و در بسیاری از کشورهای دنیا برای بهبود حجم، تردی بافت، بهبود رنگ و قابلیت کشش گلوتن خمیر برای شکل دهی به آن مرسوم بوده است.

مصرف این ماده اثرات زیان بار فراوانی به دنبال دارد، از جمله اینکه :

- جوش شیرین با اختلال در جذب آهن موجب کم خونی میشود.

- جوش شیرین به تنهایی یک ماده قلیایی است و موجب بالا رفتن pH محیط دستگاه گوارش شده و هضم و جذب را با مشکل مواجه می سازد و در اصل بخش عمده ای از اثرات منفی این ماده مربوط به این پدیده است.

- جوش شیرین با کلسیم به صورت کمپلکس غیر محلول در آمده و این ماده را از حالت قابل جذب خارج می کند و در نتیجه موجب پوکی استخوان می شود.

- جوش شیرین دارای مقدار زیادی یون سدیم است که در بیماری های قلبی و عروقی موجب تشدید این بیماریها می شود.

- جوش شیرین جذب ویتامینها را با مشکل مواجه می سازد.

به همین جهت در بسیاری از کشورهای دنیا با به اثبات رسیدن اثرات منفی این ماده ، مصرف آن بتدریج محدود و گاه ممنوع گردیده است و جایگزین مناسب آن معرفی شده است.

جایگزین های جوش شیرین بسته به مورد مصرف متفاوت هستند.

در مورد نانهای مسطح مانند لواش، تافتون و بربری مناسب ترین و بهترین جایگزین جوش شیرین انجام عمل تخمیر است که از یک طرف نیاز به مصرف جوش شیرین را برطرف می کند و از طرف دیگر موجب تغییرات بسیار مطلوبی در ویژگی های حسی ، شیمیایی، فیزیکی و ارزش غذایی نان می شود.



مزایای تخمیر :

- موجب قابلیت هضم بهتر و بیشتر نان و اجزا آن می شود.
- موجب جذب بهتر و بیشتر مواد معدنی موجود در نان می شود.
- موجب سنتز فیتاز توسط مخمرها می شود و فیتاز، اسید فیتیک را از بین برده و مانع مداخله منفی آن در جذب آهن و کلسیم و روی در دستگاه گوارش می شود و به همین جهت استفاده بدن از آهن و روی و کلسیم و ... از نانی که بر روی آن تخمیر انجام گرفته به مراتب بیشتر است و موارد سوء تغذیه و بیماریهای ناشی از کمبود مواد مغذی مربوطه به مراتب کمتر است.
- موجب بالا رفتن مقدار ویتامینهای گروه B در نان می شود.

شرکت بازرگانی دولتی ایران مرکز پژوهشهای غلات

- و بالاخره با انجام عمل تخمیر برای آماده سازی خمیر به جای اضافه کردن جوش شیرین ، سدیم کمتری وارد بدن می شود و سلامت بدن کمتر به مخاطره می افتد.



در مورد سایر فرآورده های آرد گندم مانند کیک ، بیسکویت و ... جایگزین های جوش شیرین بر اساس مخلوطی از چند ماده اسیدی و قلیایی فرموله و به بازار عرضه می شوند که در محیط دارای رطوبت زیاد ، پس از جذب آب و بالا رفتن دما مقداری گاز کربنیک ایجاد شده و این گاز موجب افزایش حجم ، حالت اسفنجی، پوکی و تخلخل بافت می شود . در فرمول این مواد از ترکیباتی مانند بیکربنات آمونیوم، بیکربنات کلسیم، فسفات اسید کلسیم بدون آب، پتاسیم بی تارتارات، پیروفسفات کلسیم ، گلوکونودلتالاکتون، اسید آدی پیک و ده ها ترکیب دیگر استفاده می شود. بیشتر این ترکیبات فاقد یون سدیم هستند و در نتیجه سدیم از راه این مواد وارد بدن نشده و سلامت قلب و عروق و واکنش های آب و الکترولیت های بدن کمتر به مخاطره می افتند.

لازم به یادآوری است که در فرمول پاره ای از جایگزین های جوش شیرین ، مقداری از این ماده هم وجود دارد اما در حد مجاز بوده و برای مصرف انسان مخاطره آمیز نیست.

بقولات (Legumes)

بقولات جزء اولین مواد غذایی هستند که توسط بشر مصرف گردیده است. تاریخ این مواد به زمان (نوسنگی زمین شناسی)¹ بر می گردد. آنها مهمترین مواد غذایی پس از گندم و جو بودند و مخلوط کردن بقولات با سایر غلات نقش مهمی در غذاهای سنتی بسیاری از نقاط جهان داشته است. مخلوط آرد غلات و بقولات ترکیب اصلی انواع نانهای مسطح مختلف در کشور هند، خاور میانه و آفریقای شمالی را تشکیل می دهد. در اروپا آردهای حاصل از باقلا، عدس و نخود را با آرد غلات برای تهیه غذاهای سنتی مخلوط می کردند.

مخلوط کردن انواع مختلف آرد بقولات با فرمولاسیون غذاهایی که از غلات تهیه می شوند طیف وسیعی از طعم و بافت را ایجاد کرده و کیفیت پروتئین را کاملتر می کند که در نتیجه ارزش غذایی محصول نهائی را افزایش می دهد. بقولات دارای مقدار زیادی اسید آمینه ضروری لیزین هستند در حالی که اسیدهای آمینه سولفوردار (متیونین و سیستئین) در غلات به میزان کافی وجود دارند.

¹ Neolithic -

آرد باقلا و نخود ترکیبات اصلی انواع نان های مسطح خاور میانه و آفریقای شمالی است. بررسی رئولوژیکی نمونه حاصل از ترکیب ۵٪، ۱۰٪ و ۲۰٪ آرد ماش، عدس، باقلا، لوبیا سفید و لوبیا چیتی با آرد گندم کاهش در زمان توسعه و زمان مقاومت خمیر را نشان داد (D Appolonia, ۱۹۷۷). تنها مخلوط آرد لوبیا سفید و آرد گندم افزایش جذب آب فارینوگراف را نشان داد و سایر مخلوط ها به کاهش جذب آب منتج شدند.



آرد سیب زمینی (Potato flour)

پولک ها یا آرد سیب زمینی دومین ماده جامد تشکیل دهنده برخی از نانهای مسطح هستند که معمولاً در کشورهای اسکانديناوی تهیه می شوند. با این وجود اثرات آرد یا پولک سیب زمینی بر روی نانهای مسطح کاملاً بررسی نشده است.

Pylar, ۱۹۸۲ گزارش کرد که آرد سیب زمینی طعم مشخص و غالبی در محصول ایجاد می کند و سفت شدن و بیاتی محصول را کاهش داده و به حجیم شدن محصول کمک می کند. عمل حجیم کنندگی آرد سیب زمینی قبل از شروع عمل مخمر است.

سیب زمینی های تازه دارای ۸۰٪ آب می باشند و مواد جامد شامل ۸۵٪ کربوهیدرات، ۱۰٪ پروتئین، ۵٪ لیپید و ۵٪ خاکستر است. Braden در سال ۱۹۶۲ نشان داد که افزودن ۳٪ پولک های سیب زمینی به آرد منجر به افزایش ۴/۲ درصدی در جذب آب فارینوگراف می شود. نان قالبی ساخته شده با این خمیر بافت نرمتر و حجم بیشتری را دارا بود.

مواد شیرین کننده

استفاده از شکر در تهیه نان اختیاری بوده و بر حسب نوع نان در مقادیر مختلفی مورد استفاده قرار می گیرد. اضافه کردن مقداری حدود ۲ تا ۵٪ شکر به آرد موجب تشدید فعالیت مخمرها طی عمل تخمیر می شود. همچنین باعث استحکام خمیر، بهبود طعم و مزه، بهبود رنگ پوسته نان و افزایش تردی آن می شود. تولید گاز بیشتر به وسیله مخمر در صورت افزایش شکر منجر به افزایش حجم و تخلخل بیشتر در بافت نان می شود. در ایران به طور سنتی از شیرین کننده های دیگر نظیر شیره خرما و شیره انگور استفاده می شود که تاثیری تقریباً مشابه دارند. همچنین به جای شکر می توان از سایر شیرین کننده ها مانند آرد مالت و شربت گلوکز استفاده کرد. این مواد از طرف دیگر موجب نگهداری آب در نان شده و بیات شدن آن را به تاخیر می اندازند.



چربیها و روغن ها

اضافه کردن مقادیری حدود ۲ تا ۵٪ از انواع چربی و روغن موجب پخش یکنواخت مواد موثر بر روی طعم و مزه، افزودنی های مورد استفاده در بهبود کیفیت ویژگیهای شبکه گلوتن و نان حاصل شده، بهبود حجم و نرمی بافت، حفظ تازگی و بهبود مزه را به دنبال دارد، چون چربی لایه نازکی روی شبکه گلوتن تشکیل داده و الاستیسیته آن را افزایش می دهد، اضافه کردن چربی تا این مقدار بیات شدن نان را هم به تاخیر می اندازد. برای بالا بردن قابلیت نگهداری گاز شبکه گلوتن لازم است مقداری از چربی جامد و دارای نقطه ذوب حدود ۴۵ درجه سانتیگراد باشد. به جای چربی می توان از امولسیفایرهایی که نقطه ذوب حدود ۶۰ درجه سانتیگراد دارند استفاده نمود.

به طور کلی ترکیباتی مانند کره، مارگارین و انواع روغن های گیاهی، باعث افزایش نرمی و تردی بافت نان می شوند و ضمن اینکه بیاتی نان را به تاخیر می اندازند به این صورت که با ایجاد لایه نازکی روی شبکه گلوتنی، الاستیسیته خمیر را افزایش می دهند و باعث افزایش حجم نان و بهبود بافت آن می گردند.

شورتینگ

شورتینگ ها گروهی از روغنها و چربیها هستند که دارای اسید های چرب اشباع و غیر اشباع هستند و تاثیر مهمی در ویژگی های محصول بویژه محصولات قنادی دارند. شورتینگها از تری گلیسریدهای با اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع تشکیل شده اند که میزان اسید های چرب اشباع تعیین کننده درجه سفتی و پلاستیسیته شورتینگها می باشد و نقش مهمی را در ویژگیهای محصول نهائی ایفا می نماید.

بیشتر نانهای مسطح همانند سایر محصولات نانوائی از چهار ماده اصلی آرد ، آب، نمک و عوامل ور آورنده (مخمر یا خمیر ترش) تشکیل شده اند. تعدادی از این نانها همانند تورتیلای ذرت و چاپاتی تنها از مخلوط آب و آرد و گاهی همراه نمک تهیه شده اند. تاریخچه استفاده از شورتینگ ها در نان های مسطح مشخص نمی باشد ولی امروزه در فرمول بسیاری از نانها از شورتینگ ها استفاده می شود به عنوان مثال لارد یا چربی حیوانی از مواد تشکیل دهنده تورتیلای گندم می باشد و نانهای مثل پوری (Puri) و پاراتا (Paratha) و کلاچی (Kalachi) در روغن سرخ می شوند.

شرکت بازرگانی دولتی ایران مرکز پژوهشهای غلات

صرفنظر از ارزش تغذیه ای، افزودن شورتنینگ به نان موجب بهبود طعم و مزه و کیفیت خوراکی و افزایش عمر نگهداری آن می شود. افزودن شورتنینگ به فرمول نان موجب بهبود ویژگیهای خمیر می گردد.



چربیها و روغنهای خوراکی توسط Torrey به دو گروه تقسیم میشوند:

۱- روغنهای مایع، نظیر روغن زیتون، سویا و پنبه دانه

۲- چربیهای پلاستیکی، نظیر لارد، کره مارگارین و شورتنینگ

امروزه بسیاری از انواع روغنها و چربیها تحت عنوان شورتنینگ بیان می شوند و میزان بالای چربی در آنها موجب جداسازی مارگارین از این گروه می شود.

شورتنینگهای پلاستیک شامل مخلوطی از تری گلیسیریدهای کریستالی و مایع می باشند که به عنوان شاخص درصد چربی جامد یا SFI^۱ بیان می شود.

شرکت بازرگانی دولتی ایران مرکز پژوهشهای غلات

Pylor شورتنینگهای پلاستیک را به دو گروه عمده ترکیبی و هیدروژنه شده تقسیم کرد.

شورتنینگهای ترکیبی شامل دو گروه می شوند:

۱- مخلوطی از روغن های گیاهی و حیوانی

۲- روغنهای گیاهی هیدروژنه

Baeuerlen و همکارانش روغنهای مخصوص سرخ کردن را بر اساس کاربردشان به یازده گروه تقسیم کردند:

- ۱- روغنهای گیاهی دارای طعم ملایم و رنگهای متفاوت که در دمای اتاق مایع می باشند.
- ۲- روغنهای گیاهی هیدروژنه و زمستانه شده (زمستانه کردن فرآیند جداسازی مواد جامد روغن در دمای یخچال است).
- ۳- شورتینگهای گیاهی هیدروژنه ، عمل هیدروژنه کردن تا حدی ادامه می یابد که محصولی با سفتی مناسب در دمای اتاق بدست آید. این محصولات به اکسیداسیون در حین سرخ کردن و بسته بندی مقاومند.
- ۴- شورتینگهای گیاهی مخلوط که از اختلاط روغنها و چربیهای گیاهی مختلف بدست می آیند و مقاومت کمی به اکسیداسیون دارند.

۵- شورتینگهای گیاهی چند منظوره، شبیه به گروه ۳ می باشند ولی با وجود مواد افزودنی ، پلاستیسیته بهتری دارند.

۶- لارد معمولی که به علت داشتن نقطه ذوب پائین موجب بهبود احساس دهانی در محصولات سرخ شده می شود.

۷- لارد هیدروژنه ، مقاوم به اکسیداسیون

۸- پیه و چربی گاو ، به علت نقطه ذوب بالا نسبت به لارد مقاومت بیشتری به اکسیداسیون داشته و به علت طعم مطبوع به طور وسیع در سرخ کردن مصرف می شود.

۹- مخلوط چربی حیوانی و روغنهای گیاهی بوگیری شده که حاوی آنتی اکسیدان می باشند.

۱۰- مخلوط چربی حیوانی و روغن های گیاهی هیدروژنه شده مقاوم که نسبت به گروه ۹ مقاومت بالاتری در برابر اکسیداسیون دارند.

۱۱- شورتینینگ روغن نارگیل که دارای نقطه ذوب پائین و اسیدهای چرب غیر اشباع کمی است و به اکسیداسیون مقاوم است.

شورتینینگ ها به عنوان ماده ای اصلی در برخی نانهای مسطح نظیر تورتیلای گندم و پاراتا به کار می روند و موجب بهبود کیفیت و زمان ماندگاری نانها میشوند.

ملکی و همکارانش اثر ضد بیاتی ترکیبات مختلف شامل امولسیفایرها و شورتینینگ را برای کیفیت نان بربری مطالعه و گزارش کردند که نان بدون این افزودنی ها مطلوبیت مصرف را بعد از ۱۶ ساعت از دست خواهد داد در صورتیکه نانی که دارای ۰/۳٪ شورتینینگ و ۰/۵٪ سدیم استئارویل - ۲ - لاکتیلیت (SSL) است مطلوبیت آن تا بیشتر از ۳۶ ساعت حفظ می شود.

طبق نظرات Faridi و Rubenthaler در سال ۱۹۸۴ کیفیت نان پیتا با افزودن یک درصد شورتنینگ بهبود می یابد میزان بالاتر شورتنینگ (۲٪) کیفیت را کاهش داده و سبب تولید محصولی با نرمی و تردی بیش از اندازه می شود. استفاده از شورتنینگ به میزان (۲-۰/۵٪) در فرمولاسیون نان عربی توسط قارونی بهبود قابل ملاحظه ای را در کیفیت پهن شدن خمیر به دلیل اثر نرم کنندگی شورتنینگ ایجاد نمود. بطور کلی نمونه های دارای افزودنی، بافت و کیفیت پاره شدن خمیر به دلیل اثر نرم داشتند و فقط نان عربی حاوی ۲٪ شورتنینگ مقاومت در برابر پاره شدن را از دست داد و محصول مطلوب با میزان ۱٪ شورتنینگ گزارش شده است. قارونی و همکارانش در ۱۹۸۹ مقادیر مختلفی از شورتنینگ و عوامل اصلاح کننده خمیر (اسید آسکوربیک، برومات پتاسیم، L-سیستئین، متابی سولفات سدیم، SSL و انواع استر های قندی اسید های چرب) را در تولید نان عربی به کار بردند و دریافتند که ترکیب ۲۵٪ SSL و ۵٪ شورتنینگ، منتج به بهترین کیفیت محصول می گردد.

زمان ماندگاری نان های مسطح

نانهای مسطح اغلب دارای زمان ماندگاری کم بوده و گاهاً اندکی پس از تولید بیات می شوند. تنها هنگامیکه از انجماد برای نگهداری نانها استفاده می شود بیاتی به تاخیر می افتد.

بدلیل اینکه نانهای مسطح اغلب از آرد، آب و نمک تهیه می شوند زمان ماندگاری آنها کوتاه و بیشتر از دو ساعت نمی باشد. اگر چه انجماد موجب کاهش ضایعات ناشی از بیات شدن نان است ولی بخش چشمگیری از این محصول ضایع می شود.

نخستین اثر امولسیفایر در محصول عمل آوری شده با مخمر توانایی آنها جهت توسعه واکنشهای پیچیده با نشاسته و گلوتن است که سبب بهبود کیفیت آرد، بهبود قابلیت مکانیکی خمیر ، بهبود ابقاء گاز، دانه بندی یکنواخت، بهبود بافت و کاهش مصرف شورتینینگ است. صمغ های گیاهی مانند گوار بطور مشخصی قابلیت ورز دادن خمیر تورتیلا ، استحکام محصول و نرمی و قابلیت انعطاف را حتی بعد از انجماد و حرارت دادن بهبود می بخشد.

اثرات امولسیفایرهای مختلف بر روی کیفیت نان *pita* و *tanoor* مورد مطالعه قرار گرفت (Farvili, ۱۹۹۳). SSL به سه میزان (۰/۲۵٪، ۰/۵٪ و ۰/۷۵٪ بر اساس وزن آرد)، گلیسرول منو استئارات (GMS) و استر منو گلیسرید دی استیل اسید تارتاریک (DATEM) و استرهای گوناگون با آرد مخلوط شدند. آرد با میزان پروتئین متوسط (۱۱/۶٪) که با ۰/۲۵٪ SSL مخلوط شده باشد منتج به کیفیت خوب نان پیتا می شود. همه امولسیفایر ها کیفیت پاره شدن محصول را بهبود می بخشند. اثر این امولسیفایرها بعد از ۵ روز نگهداری بر روی دو خصوصیت مهم نان پیتا یعنی توانایی رول و تا شدن و کیفیت پاره شدن تفاوت چشمگیری نداشت. بهترین نان تافتون با آرد متوسط و ۰/۵ درصد امولسیفایر تهیه شده است. این امولسیفایرها کیفیت پاره کردن نان را بهبود داده ولی تاثیر جزیی بر روی توانایی رول شدن نان بعد از ۵ روز می گذارند.

در آمریکا در روشهای جدید صنعتی تولید نان تورتیلا طیف وسیعی از امولسیفایرها، صمغ ها و عوامل اکسید کننده و احیاء کننده بکار می روند. ثبات و ماندگاری تورتیلا ی ذرت بوسیله طیف وسیعی از افزودنی های غذایی شامل گلوتن ، کازئینات سدیم، آب پنیر ، نشاسته، هیدرو کلئوئیدها و پلی ال ها امتحان و بررسی شد (Yau et al, ۱۹۹۴). آنها گزارش کردند که ثبات محصولات با این افزودنیها بهبود می یابد. بهترین ثبات در مدت

ماندگاری تورتیلا ی ذرت با ترکیبی از ۰/۵٪ سدیم کربوکسی متیل سلولز (CMC) و ۲٪ گلوتن و ۳٪ سوربیتول (نسبت به وزن آرد) بدست آمد.

Christina و همکارانش در سال ۱۹۹۳ برای کاهش میزان چربی در نان تورتیلا ، سیزده جایگزین چربی در فرمول بکار بردند. ۵ جایگزین چربی شامل مالتودکسترین های سیب زمینی، نشاسته نخود، آرد برنج نیم پز شده، برنج اصلاح شده و مالتودکسترین تاپوکا منتج به محصولاتی با کیفیت قابل قبولی شدند اگر چه جایگزین های چربی بعضی فرآوردها و جنبه های کیفی تورتیلا را بهبود می بخشند و نمونه هایی که حاوی ۱۰٪ لیپید بودند بافت بسیار خوبی داشتند ولی هیچکدام از جایگزین های چربی توانایی افزایش خصوصیات ارگانولپتیکی و قابلیت رول شدن محصول نهایی را نداشتند. تاثیر مقدار پروتئین آرد و اضافه کردن افزودنیهای مختلف بر روی کیفیت تورتیلا و زمان ماندگاری آنها توسط Friend و همکارانش در ۱۹۹۵ نشان داد که تورتیلا ی تهیه شده از آرد دارای ۱۱/۸٪ پروتئین منتج به محصولی با بهترین قابلیت رول شدن نسبت به محصولی که با آرد دارای ۱۰/۷٪ پروتئین تهیه شده است می شود. تاثیر عوامل ضد میکروبی (سوربات پتاسیم و پرو پیونات کلسیم) با کاهش پروتئین تورتیلا افزایش می یابد. pH پایین (حدود ۵/۵) منتج به خمیری با

خاصیت الاستیک کمتر نسبت به خمیر با pH بالاتر (۵/۸) می گردد. رشد میکروبی در pH حدود ۶ توسط سوربات پتاسیم و در pH حدود ۵/۵ توسط پروپیونات کلسیم به مدت ۱۶ روز کنترل شد. برای کاهش pH از اسید فوماریک ، اسید سیتریک یا اسید مالیک استفاده گردید. آنها گزارش کردند که کیفیت محصول با زمان ماندگاری طولانی توسط افزودن ۰/۲۵٪ SSL، ۰/۰۵٪ منوگلیسیرید ، ۰/۳٪ سوربات پتاسیم و ۰/۱۶٪ اسید فوماریک نسبت به وزن آرد در نان تورتیلا بدست می آید.

منابع :

- ۱- پایان، ر. ۱۳۸۷. مقدمه ای بر تکنولوژی فرآورده های غلات. انتشارات آبیژ.
- ۲- قارونی، ج. ۱۳۸۳. تکنولوژی نانهای مسطح. انتشارات اندیشمند.
- ۳- کدیور، م و همکاران. ۱۳۸۷. راهنمای حل مشکلات نانویی. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۴- Baeuerlen, R., and Bordy, H. ۱۹۶۸. Frying fats and their uses. Bakers Dig. Dec. ۵۱-۵۵.
- ۵- Becher, P. ۱۹۶۵. In : Emulsions: theory and practice. Van Reinhold Nostrand. New York. pp: ۵۰۹-۲۲۲.
- ۶- Braden, B. ۱۹۶۲. A study of potato flakes in bakery foods. Bakers Dig. ۳۶: ۴۶-۴۹.
- ۷- CAUVAIN, S. P. ۱۹۹۸. Breadmaking processes, in Technology of Breadmaking (eds S. P. Cauvain and L. S. Young), Blackie Academic & Professional, London, UK, pp. ۱۸-۴۴.
- ۸- CAUVAIN, S. P. ۱۹۸۸. Other cereals in breadmaking, in Technology of professional, London, UK, pp. ۳۳۰-۳۴۷.
- ۹- CAUVAIN, S. P. ۱۹۹۴. New mixer for variety bread production. European food and Drink Review, Autumn, ۵۱, p. ۵۳.
- ۱۰- CAUVAIN, S. P. and CHAMBERLAIN, N. ۱۹۸۸. The bread improving effect of fungal alpha-amylase. Journal of Cereal Science, ۸, Nov., ۲۳۹-۲۴۸.

- ۱۱- CAUVAIN, S. P., COLLING, T.H. and PATERAS, I. ۱۹۹۲. Effects of ascorbic acid during processing. Chorleywood Digest No. ۱۲۱, October/November, CCFRA, Chipping Campden, UK, pp. ۱۱۱-۱۱۴.
- ۱۲- CHAMBERLAIN, N. ۱۹۷۹. Gases- the neglected ingredients, in Proceedings of the ۴۹th Conference of the British Society of Baking, British Society of Baking, pp. ۱۲-۱۷.
- ۱۳- Christina, C.D., Waansika, R.D., and ROONEY, L.W., ۱۹۹۳. Effect of carbohydrate based fat replacers in wheat tortilla In: Annual Meeting of the American Association of Cereal Chemists . Miami beach, F.L.
- ۱۴- COLLINS, T. H. ۱۹۹۴. Mixing, moulding and processing of bread doughs in the UK, in Breeding to Baking, Proceedings of an international conference at FMBRA, Chorleywood, CCFRA, Chipping Campden, UK, ۱۵-۱۶ June, pp. ۷۷-۸۳.
- ۱۵- Daniel T. DiMuzio. ۲۰۰۹. Bread baking. John Wiley & Sons, INC.
- ۱۶- D, Appolonia, B.L. ۱۹۹۷. Rheological and baking studies of legume wheat flour blends. Cereal Chem. ۵۵: ۵۳-۶۳.
- ۱۷- Faridi, H.A. and Rubenthaler, G.L. ۱۹۸۴. Effect of flour extraction, baking water absorption, baking temperature and shortening level on physical quality and shelf life of pitta bread . Cereal Foods World. ۲۹: ۵۶۶-۵۶۷.
- ۱۸- Farvili, N. ۱۹۹۳. Effect of emulsifiers upon Middle Eastern breads. M.Sc. thesis. Kansas State University . Manhattan, KS.

- ۱۹- FRAZIER, P. J., LEIGH-DUGMORE, F. A., DANIELS, N. W. R. et al. ۱۹۷۳. The effect of lipoxygenase action on the mechanical development of wheat flour doughs. *Journal of Science, Food and Agriculture*, ۲۴(۴), ۴۲۱-۴۳۶.
- ۲۰- Friend, C.P., Ross, R.C., Wansika, R.D., and Rooney, L. A. ۱۹۹۵. Effect of additives in wheat flour tortillas. *Cereal Foods World*. ۴۰:۴۹۴-۴۹۷.
- ۲۱- Maleki, M. Vetter, J.L., and Hoover, W.J. ۱۹۸۱. The effect of emulsifiers, sugar, shortening and soya flour on the staling of Barbari flat bread. *J.Sci.Food Agric.* ۳۲:۱۲۰۹-۱۲۱۱.
- ۲۲- MARSH, D. ۱۹۹۸. Mixing and dough processing, in *Technology of Breadmaking* (eds S. P. Cauvain and L. S. Young), Blackie Academic & Professional, London, UK, pp. ۸۱-۱۱۹.
- ۲۳- Pylar, E.J. ۱۹۸۲. *Baking science and technology*. Siebel pub. Chicago. IL.
- ۲۴- Qarooni, J., Wootton, M., and McMasteer R, G. ۱۹۸۴. Factors affecting the quality of Arabic bread – additional ingredients. *J.Sci.Food Agri.* ۴۸:۲۳۵-۲۴۴.
- ۲۵- Torrey, S. ۱۹۸۳. cooking and salad oils. In : *Edible oils and fats*. *Developments science* ۱۹۷۸. Noyes Data Corporation .Park Ridge ,NJ.Pp:۱۵۳.
- ۲۶- WILLIAMS, A. and PULLEN, G. ۱۹۹۸. Functional ingredients, in *Technology of Breadmaking* (eds S. P. Cauvain and L. S. Young), Blackie Academic & Professional, London, UK, pp. ۴۵-۸۰.
- ۲۷- Yau, J.C., Waniska, R.D., and Rooney, A.W. ۱۹۹۴. Effect of food additives on storage stability of crin tortilla. *Cereal Foods World*. ۳۹:۳۹۶-۴۰۲.