

پخت نان و فاکتورهای مؤثر بر حفظ کیفیت آن

محرر علمی پور ابراهیم؛ مدرس دانشگاه جامع علمی- کاربردی

مآده خردمندی*؛ کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، مرکز آموزش علمی- کاربردی میزبان

مرجان اسماعیل زاده؛ کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، مرکز آموزش علمی- کاربردی میزبان

دریافت مقاله: ۹۴/۷/۲۶

پذیرش نهایی: ۹۵/۳/۱۷

چکیده

نان مهم‌ترین ماده غذایی است که نقش ویژه‌ای را در رژیم غذایی روزانه ایفا می‌نماید. همه‌روزه مقدار زیادی از نان در کشور به دلیل پخت نامطلوب، شرایط فرآوری نامناسب و بیاتی به هدر می‌رود که زیان‌های اقتصادی جبران ناپذیری را بر کشور وارد می‌سازد. کیفیت نان از لحاظ طعم، مزه و ظاهر بر پذیرش نهایی از سوی مصرف‌کننده تأثیرگذار بوده و با توجه به این‌که پخت آخرین و مهم‌ترین مرحله به‌واسطه یک سری تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی نظیر تبخیر آب، واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی، ژلاتینه شدن نشاسته، تشکیل پوسته و دناتوره شدن پروتئین می‌باشد، ضروری است جهت تبدیل خمیر به محصول قابل هضم با طعم و ظاهر مناسب و حفظ ارزش تغذیه‌ای عواملی نظیر مقدار حرارت، سطح رطوبت، مدت زمان پخت بدرستی اعمال شود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با تبدیل واحدهای سنتی به صنعتی و ایجاد شرایط مناسب با حرارت یکنواخت طی پخت نان در فر و استفاده از روش‌های نوین نظیر تولید نان نیمه پخته، شرایط فرآوری و بسته‌بندی مناسب می‌توان در کاهش بیاتی و ضایعات و افزایش مدت ماندگاری نان تأثیر به‌سزایی داشت.

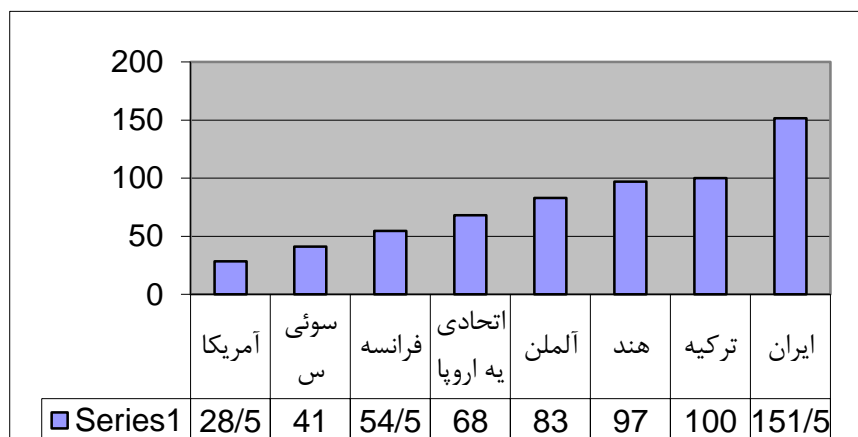
واژه‌های کلیدی: پخت، مواد تشکیل دهنده نان، واکنش‌های پخت، عوامل مؤثر بر پخت.

مقدمه

نان یکی از ارزانه‌ترین و مهم‌ترین مواد غذایی مورد استفاده از انسان می‌باشد، گرچه با ارتقاء سطح زندگی در کشورهای پیشرفته از میزان مصرف نان کاسته شده است، لیکن نان هنوز هم بخش عمده‌ای از انرژی روزانه مردم کشورهای مختلف و بویژه اقشار کم درآمد جامعه را تأمین می‌کند. با توجه به ویژگی‌های منطقه‌ای، فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی کشور ما، غلات به ویژه نان از منابع اصلی الگوی غذایی روزانه‌ی جامعه‌ی ایرانی است و بخش عمده‌ای از نیازهای انرژی و پروتئین بدن را تأمین می‌کند. به علاوه میزان دریافت ویتامین B1 (تیامین)، آهن و کلسیم از نان قابل توجه بوده و سهم عمده‌ای در تأمین نیاز روزانه را به خود اختصاص می‌دهد.

مطالعات بررسی الگوی مصرف مواد غذایی در استان‌های مختلف کشور در سال‌های ۷۲-۱۳۷۰ نشان می‌دهد که عمده‌ترین گروه غذایی در تأمین انرژی و پروتئین دریافتی روزانه، نان می‌باشد. میانگین مصرف نان در استان‌های مورد بررسی حداقل ۳۱۴ و حداکثر ۵۰۵ گرم (در روز) می‌باشد که ۴۰ درصد انرژی دریافتی روزانه را تأمین می‌کند، در خانواده‌های کم درآمد و پر جمعیت که قدرت خرید کم است و در نتیجه تنوع و مقدار مواد غذایی مصرفی کافی نیست نان قوت اصلی می‌باشد (طاهری و قربانی، ۱۳۹۰).

مصرف سرانه نان در ایران بین ۱۳۹ تا ۱۶۴ کیلوگرم در سال است که در مقایسه با سایر کشورها مثل سوئیس با مصرف سرانه ۴۱ کیلوگرم، فرانسه ۵۶ - ۵۳ کیلوگرم، آمریکا ۲۹ - ۲۶ کیلوگرم، آلمان ۸۵ - ۸۰ کیلوگرم، کشورهای اتحادیه اروپا ۶۸ کیلوگرم، هند ۹۷ کیلوگرم، ترکیه ۱۰۰ کیلوگرم به مراتب بسیار بالاتر است البته مصرف سرانه واقعی نان در کشور ما از مقدار یاد شده پایین‌تر است چرا که ضایعات نان‌های ما بیش‌تر است (غفارپور، ۱۳۷۴).



نمودار میانگین مصرف سرانه نان در ایران و چند کشور دیگر

در ایران حدود ۶۵ درصد پروتئین و کالری و حدود ۳ گرم املاح معدنی و قسمت اعظم نمک طعام مورد نیاز روزانه از خوردن نان تأمین می‌گردد در میان نان‌های سنتی که در کشورمان مصرف می‌شوند بیش‌ترین ضایعات به نان‌های بربری، لواش و سنگک مربوط می‌شود که چیزی در حدود ۱۶ درصد است (روانفر و همکاران، ۱۳۹۲).

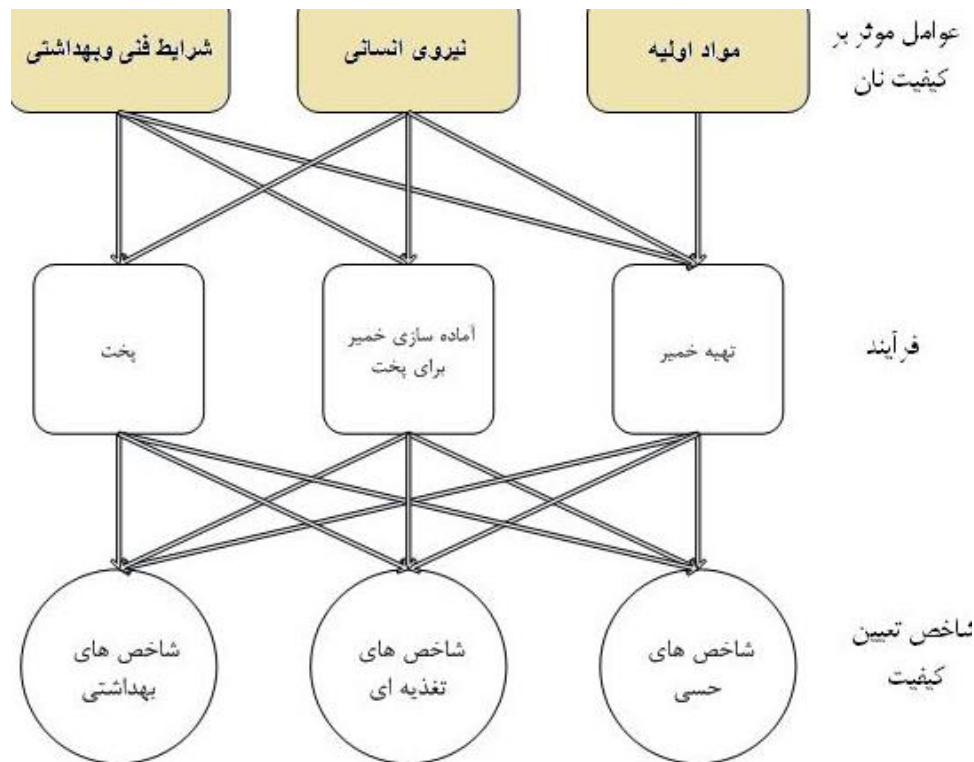
مردم ایران پرمصرفترین مردم جهان در مصرف گندم و نان هستند و با سرانه ۱۶۰ کیلوگرم بالاترین مصرف سرانه نان را در جهان دارا هستیم. لازم به توضیح است. میزان تولید نان در ایران ۲۵ میلیارد عدد است.

گرایش به مصرف نان تازه و زیانهای اقتصادی ناشی از عدم مرغوبیت نان علی‌الخصوص بیات شدن سریع آن، مسأله بهبود کیفیت نان را مطرح می‌سازد لذا بدین منظور و همینطور جهت به تعویق انداختن بیاتی نان از مواد ی مانند: آرد مالت جو، گلوتن، پنتوزان‌ها، آمیلوز، مالتوز و غیره استفاده می‌گردد (یارمند و سیدین اردبیلی، ۱۳۸۴). یکی از مواد غذایی پرمصرف در هتل نان است که بوفه صبحانه هتل‌ها را رنگین و جذاب‌تر می‌کند. استفاده از انواع نان‌های حجیم و شیرین، سبزیجات، غلات و نان‌های سنتی می‌تواند انواع سلیقه‌های میهمانان را تأمین کند. در حال حاضر هتل‌ها به سه روش نان مصرفی خود را تهیه می‌کنند:

۱. پخت نان در ناوایی مجهز به تجهیزات ناوایی و توسط ناوای مجرب که بیش‌تر مربوط به نان‌های سنتی ایرانی است و در صبحانه، ناهار و شام توسط میهمانان و پرسنل هتل مصرف می‌شود.
۲. پخت نان در قنادی‌ها و با فرهای قنادی که اغلب مربوط به نان‌های حجیم و طعم‌دار است و در صبحانه میهمانان مصرف می‌شود.
۳. خرید نان از ناوایی‌های خارج از هتل.

تعداد هتل‌هایی که ناوایی مجزا و مجهز دارند، بسیار کم بوده و رعایت بهداشت فردی، تجهیزات و ابزار کار، مواد غذایی و بهداشت محیط در ناوایی‌ها امری ضروری و لازم است. عوامل مختلفی بر شاخص‌های کیفیت نان تأثیرگذارند که با توجه به بررسی‌های انجام شده عبارتند از مواد اولیه، نیروی انسانی و شرایط فنی و بهداشتی.

شکل زیر نحوه تأثیر عوامل بر کیفیت نان‌های تولیدی را نشان می‌دهد.



شکل ۱: تأثیر عوامل مختلف بر کیفیت نان

- بهداشت فردی

پرسنل نانوائی باید در هنگام کار و تهیه نان، مسایل بهداشت فردی را رعایت کنند اعم از این که از روپوش تمیز، کلاه و دستکش استفاده نمایند، هر روز استحمام کنند، از زیورآلات و موبایل استفاده نکنند، ناخن‌های دست‌ها را کوتاه نگه دارند و ضمن انجام آزمایشات لازم و پس از شرکت در کلاس‌های مربوطه، کارت بهداشت و گواهینامه آموزش بهداشت دریافت کنند.

- بهداشت تجهیزات و ابزار کار

دستگاه همزن: خمیرگیر باید پس از هر بار استفاده، شست‌وشو و ضدعفونی گردد و روی آن روکش تمیز کشیده شود. هم‌چنین شیرآب باید بالای همزن قرار داشته باشد.

تجهیزات پخت نان: پخت نان در نانوائی‌های سنتی در تنور انجام می‌شود که لازم است اطراف آن بهسازی شده و تمیز باشد. در نانوائی‌هایی که از فرهای گردان استفاده می‌شود نیز رعایت بهداشت و

تمیزی از نکات مهم است. از سوی دیگر خروجی هواکش و هود تجهیزات پخت باید به گونه‌ای باشد که دود حاصل از احتراق مواد سوختنی و پخت نان کاملاً از محیط نانوائی خارج شود. میز کار: بهتر است میز کار و میز تهیه خمیر نان از جنس استیل با پایه‌های استیل و سالم باشد. بنابراین استفاده از میزهای چوبی و یا روکش‌های پلاستیکی مطلوب نیست. مخزن آرد: مخزن آرد باید تمیز، دردار و پایه‌دار بوده و ترجیحاً از جنس استیل باشد و جهت برداشتن آرد از داخل آن، ظرف مناسب و پاکیزه وجود داشته باشد. ابزار برش: وسایل برش نان باید دارای دسته سالم و پاکیزه بوده و تیغه آن استیل باشد.

• بهداشت مواد غذایی

استفاده از جوش شیرین و رنگ‌های غیرمجاز در تهیه انواع نان ممنوع و غیربهداشتی است. جهت نگهداری نان پخته شده باید از ظروف دردار تمیز و پاکیزه استفاده شود. قرار دادن نان‌های داغ داخل پلاستیک موجب تعرق در اثر حرارت و آسیب زدن به کیفیت نان می‌شود. لازم به ذکر است استفاده از پلاستیک‌های بازیافتی غیرشفاف ممنوع است.

• بهداشت محیط

طبق آیین‌نامه‌های وزارت بهداشت، کف و دیوار نانوائی باید از جنس سنگ یا سرامیک سالم بوده و سقف آن باید رنگ‌آمیزی شده و به رنگ روشن و صاف و صیقلی باشد. همچنین تهویه نانوائی باید به خوبی انجام شده و همواره هوای تازه در جریان باشد و در تابستان دمای محیط از حد استاندارد بالاتر نباشد. ضمن این‌که نظافت محیط و ابزار و تجهیزات کار نانوائی باید در حد مطلوبی قرار داشته باشد.

با توجه به نتایج حاصل از نظرسنجی عوامل مؤثر بر کیفیت نان نقش مواد اولیه در کیفیت نان ۵۱ درصد، نیروی انسانی ۳۲ درصد و شرایط فنی و بهداشتی ۱۷ درصد برآورد گردیده است. فرآیند تهیه نان شامل تهیه خمیر، آماده سازی خمیر برای پخت و مرحله پخت نان است (طاهری و قربانی، ۱۳۹۰- صالحی، ۱۳۹۲). نان از پختن خمیری که مواد اصلی تشکیل دهنده آن آرد گندم، آب، مخمر و نمک هستند حاصل می‌گردد. سایر موادی که ممکن است به آن افزوده شود عبارتند از: آرد مالت، آرد سایر غلات، گلوتن (پروتیین گندم)، چربی و محصولات لبنی بوده که ترکیب مواد اصلی با نسبت‌های مناسب و صحیح می‌تواند در پخت نان با کیفیت مطلوب مؤثر باشد. مرحله نهایی در ایجاد نان فرآیند پخت است که بر اثر تغییر شکل آهسته خمیر تحت اثر حرارت به محصول قابل هضم تبدیل می‌شود. ساختار تشکیل دهنده خمیر با یک سری از اثرات متقابل فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی تغییر

می‌یابد. که از جمله آن‌ها انبساط خمیر، تشکیل پوسته، غیرفعال سازی آنزیم‌ها و مخمر، منعقد شدن گلوتن و غیره می‌باشد (موندال^۱ و داتا، ۲۰۰۸). مراحل پخت نان شامل تشکیل شبکه گلوتنی با قدرت و مقاومت لازم می‌باشد که قادر باشد گازهای ایجاد شده در اثر فرآیند تخمیر را حفظ نموده و در اثر فرآیند تخمیر خمیر کاملاً حالت اسفنجی پیدا کند و متخلخل شود. دومین مرحله ایجاد حباب‌های هوا در خمیر در نتیجه تولید گاز ناشی از فرآیند تبدیل نشاسته به دی ساکارید مالتوز در اثر فعالیت دیاستازها (آلفا آمیلاز و بتا آمیلاز) و سپس مصرف قند ایجاد شده در اثر تجزیه نشاسته توسط مخمر تولید شده است که ایجاد گاز CO₂ و الکل در خمیر می‌نماید.

سومین مرحله قرار گرفتن در فر و مراحل پخت خمیر می‌باشد در این مرحله ثابت ماندن و حفظ بافت ساختمانی خمیر در فر مهم بوده و پخت خوب مغز نان در حدی که وقتی نان را می‌بریم نان خرد نشود، هم‌چنین بافت ریز و متخلخل داشته باشد و به راحتی جویده شود. هدف فرآیند پخت عبارت است از تبدیل و تغییر خمیر قابل هضم سخت به محصول قابل هضم آسان به طوری که نان حاصل از نظر فیزیولوژی، تغذیه مفید بوده و طعم خوبی داشته باشد (رجب زاده، ۱۳۷۲). بررسی‌ها نشان داده که درجه و مقدار حرارت، سطح رطوبت در محفظه پخت و مدت فرآیند پخت بر کیفیت محصولات پخت مؤثر است (هوئی^۲، ۲۰۰۶).

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

گلوتن آرد از ملکولهای گلوتمین و گلیادین تشکیل می‌شود که گلوتمین قدرت و خاصیت نگهداری گازهای تولید شده در مرحله تخمیر را داراست و عامل اساسی در کشش‌پذیری خمیر است. در حالیکه چسبندگی خمیر مربوط به گلیادین می‌باشد در مجموع نتایج پژوهش‌ها بیانگر آنست که با افزودن گلوتن قدرت خمیر افزایش می‌یابد و درجه مقاومت آن در هنگام مخلوط کردن افزایش می‌یابد. ضمناً آرد حاصله در طی مرحله تخمیر سست باقی نمانده و در حین فرآیند تولید به خوبی عمل کرده و کیفیت خمیر را حفظ می‌نماید. نکتهٔ حائز اهمیت دیگر افزایش جذب آب می‌باشد این موضوع می‌تواند در تازه ماندن و به تأخیر انداختن بیاتی کمک شایان توجهی نموده و طول عمر و قابلیت نگهداری نان را افزایش دهد. افزایش جذب آب سبب می‌شود تا شبکه‌ی گلوتنی هرچه منظم‌تر تشکیل شود و ساختار مناسب‌تری قبل از پخت نان به دست آورد (پارمند و سیدین اردبیلی، ۱۳۸۴). پروتئین مهم موجود در گندم به نام "گلیادین" و "گلوتمین"، وقتی آب جذب کرده و با هم مخلوط می‌شوند، به

^۱ . Mondal & Datta

^۲ . Hui

همدیگر متصل شده و رشته‌های گلوتن را ایجاد می‌کنند. گلوتن پروتئین پیچیده‌تری بوده و عامل مهمی در تشکیل ساختمان و بافت نان است. انواع مختلف آرد براساس مقدار گلوتن طبقه‌بندی می‌شود. این رشته‌های گلوتن که مثل یک توری در هم تنیده باعث به دام افتادن گاز در داخل خمیر شده و باعث ورآمدن آن می‌شوند. به همین دلیل اگر گلوتن موجود در خمیر کم باشد این شبکه ضعیف‌تر بوده و نان به اندازه کافی پف نمی‌کند. بلکه مسطح مانده و سفت می‌شود. مواد اولیه مورد استفاده برای تهیه نان می‌توانند شبکه گلوتهنی را تضعیف یا تقویت کنند. به عنوان مثال نمک به تقویت شبکه گلوتهنی کمک می‌کند در حالیکه سبوس با قطع کردن رشته‌های گلوتن آن را تضعیف می‌نماید (هوپی، ۲۰۰۶). مهم‌ترین ماده تشکیل دهنده نان آرد است که در تهیه نان باید از گندم‌هایی که گلوتن آن قابلیت جذب آب بالا، الاستیسیته، مقاومت و ثبات خوبی در فرآیند تخمیر و عمل آوری خمیر داشته باشد استفاده شود. کیفیت گلوتن و نسبت گلیادین به گلوتهنین در جذب آب آرد تأثیر دارد و هر قدر گلوتن، نشاسته طی آسیاب صدمه بیش‌تر دیده باشد و میزان پنتوزانهای آرد بالاتر باشد میزان آبیگری بیش‌تر خواهد بود. جذب آب بیش‌تر موجب ذخیره آب بیش‌تر و تازگی نان خواهد بود هر چه قدر رطوبت آرد نیز کم‌تر باشد جذب آب بیش‌تر خواهد بود.

آرد مورد استفاده در تهیه نان از نظر فعالیت آنزیماتیک باید در حد مناسبی باشد (فعالیت آمیلازی) و خاصیت گاز زدایی خوبی در خمیر داشته باشد. به‌طوریکه نشاسته صدمه دیده در حد کافی داشته باشد زیرا آلفا آمیلاز فقط می‌تواند به نشاسته صدمه دیده در آرد حمله نماید و آن را تبدیل به قند نماید و قندهای ایجاد شده از فعالیت دیاستازی به مصرف مخمر رسیده و در خمیر ایجاد گاز CO_2 و الکل نماید.

ویژگی مهم دیگر رطوبت آرد است که نباید از حد $14/5\%$ بیش‌تر شود زیرا در این صورت خطر آلودگی به میکروارگانیسم‌ها و کپک‌زدگی وجود داشته و هم‌چنین زمان ماندگاری آرد محدود می‌شود. آب نقشی کلیدی در تهیه خمیر دارا می‌باشد. در حقیقت آب به عنوان حلال سایر ترکیبات در تهیه خمیر عمل می‌نماید. نقش آب در یکنواختی و قوام خمیر، تنظیم درجه حرارت خمیر و بالاخره چگونگی بافت و حجم نان مربوط می‌گردد. هم‌چنین در طی پخت نان نیز آب نقش مهمی را دارا می‌باشد بدین مفهوم که آب به صورت بخار اسپری شده بر روی سطح چانه مینشیند و به عنوان حمل کننده گرما عمل نموده و ویژگی‌های محصول نهایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

ضمن این‌که با تبدیل آب به بخار آب افزایش حجم و تخلخل را در بافت نان باعث می‌گردد. آب مورد استفاده در تهیه خمیر نیز از نظر درجه حرارت باید کنترل گردد زیرا دقت در درجه حرارت آب

مورد استفاده برای خمیرگیری با توجه به تأثیر آن روی قوام خمیر ضروری است. میزان جذب آب به نوع آرد، نوع و مقدار سایر مواد افزوده شده به خمیر، شرایط آب و هوایی و تا حدودی کیفیت آب بستگی دارد (طاهری و قربانی، ۱۳۹۰).

ماده دیگر که در تهیه نان مصرف دارد مخمر می باشد مخمر در دو نوع تازه و خشک به کار برده می شود مقدار مخمر مصرفی با مدت زمان تخمیر رابطه عکس دارد هر چه زمان تخمیر طولانی تر باشد مخمر کمتری مورد نیاز است. فعالیت مخمر نیز با افزایش درجه حرارت افزایش می یابد بنابراین در مدت زمان ثابت تخمیر، مقدار مخمر لازم با افزایش درجه حرارت کاهش می یابد (ونین^۱ و همکاران، ۲۰۰۹).

استفاده از خمیرمایه یکی از قدیمی ترین فرآیندهای بیوتکنولوژی در تولید می باشد که به عنوان جایگزین مخمر پخت در قرن ۱۹ در تولید نان استفاده شده است. اکنون پس از گذشت هزاران سال، نانوایان به خمیر خود، خمیر مایه می افزایند تا مواد نشاسته ای و قندی موجود در خمیر نان، خوراک مخمرهای موجود در خمیرمایه شود و در حین عمل تخمیر مقداری گاز کربنیک تولید گردد. تخمیر خمیرمایه یک فرآیند سنتی جهت بهبود خصوصیات ارگانولپتیک، ارزش تغذیه ای و زمان ماندگاری نان می باشد. خمیر مایه نان از ترکیب آرد و آب با تخمیر باکتری اسیدلاکتیک که عمدتاً هتروفرمانتاتیو می باشد تشکیل می شود که در این ترکیب با تولید اسیدلاکتیک و اسیداستیک طعم ترش مطبوع به وجود می آید (رهمن^۲ و همکاران، ۲۰۰۶). با توجه به افزایش تقاضای مصرف کنندگان به مصرف محصولات طبیعی و فاقد افزودنی های سنتتیک، افزودن خمیرمایه به نان می تواند در مصرف و در نگهداری و بهبود مدت ماندگاری نیز اثر قابل ملاحظه ای داشته باشد (ویست^۳ و مِسِنز^۴، ۲۰۰۲).

ماده دیگر مورد استفاده در تهیه نان نمک می باشد که به عنوان بهبود طعم به خمیر، انسجام و استحکام گلوتن افزوده می شود و از چسبندگی خمیر و شدت تخمیر می کاهد. که میزان مصرف نمک در خمیر معمولاً به مقدار ۱/۸ تا ۲/۱ درصد وزن آرد است (ونی و همکاران، ۲۰۰۹). به طور مختصر اثرات نمک بر روی خمیر به شرح ذیل می باشد:

- ۱- مقاومت و قدرت کشش گلوتن را زیاد می کند.
- ۲- استحکام خمیر را بیش تر می کند.
- ۳- مقاومت خمیر را بیش تر و امکان شکل دادن آن را افزایش می دهد.

^۱ . Vanin

^۲ . Rehman

^۳ . Vuyst

^۴ . Messens

۴- تحمل خمیر را در زمان تخمیر بیش‌تر می‌کند و نهایتاً نان با حجم بهتر، بافت ظریف‌تر و در ضمن برش نان راحت‌تر انجام می‌شود و ماندگاری آن افزایش می‌یابد.

۵- باعث کنترل تخمیر و رنگ بهتر نان می‌گردد.

۶- موجب بهتر شدن طعم نان می‌گردد (طاهری و قربانی، ۱۳۹۰).

روغن نیز ماده دیگری است که در تهیه نان حجیم و معمولاً به نسبت ۱٪ وزن آرد به آن اضافه می‌شود که سبب افزایش حجم قرص نان می‌شود و از سختی پوسته می‌کاهد و باعث می‌شود که دیواره سلول‌های مغز نان نازک‌تر و در نتیجه بافت نان نرم‌تر و بریدن آن آسان‌تر شود (ونین و همکاران، ۲۰۰۹).

مراحل پخت:

به طور کلی در فرآیند پخت محصولات از طریق یک ناحیه محدود شده در طی زمان، دما و شرایط رطوبتی مختلف فرآوری می‌شوند. اولین تغییرات تشکیل پوسته سطحی نازک در حال انبساط است که با افزایش دمای محصولات پخت، فعالیت‌های آنزیمی و رشد مخمر تسریع می‌یابد، واکنش رایج طی پخت تولید گاز دی اکسید کربن و حفظ انبساط حجم قرص نان است (هوپی، ۲۰۰۶). در انتها فرآیند روند کاهش گاز از قرص نان تسریع یافته که منجر به شکستگی و تخریب دیواره‌های سلولی حباب گاز می‌شود (برنا، ۲۰۰۶).

در مرحله دوم پخت دمای مغز نان به ۲۱۰ درجه فارنهایت می‌رسد و سپس سومین مرحله پخت سریعاً شروع می‌شود و دمای مغز در این مرحله ثابت باقی می‌ماند. در مراحل دوم و سوم پخت تبخیر رطوبت، ژلاتینه شدن نشاسته و دناتوره شدن پروتئین به حداکثر می‌رسد و پوسته قهوه‌ای رنگ ظاهر می‌شود. در مرحله سوم دیواره سلولی شروع به سفت شدن کرده و رنگ مطلوبی در پوسته ایجاد می‌شود و مواد آلی فرار کاهش می‌یابند که اصطلاحاً Bake-out loss گفته می‌شود. عواملی نظیر طرح فر، وزن یا حجم محصول و رطوبت باقی مانده بر سطح در طی فازهای مختلف پخت مؤثرند به خصوص اندازه محصول که بر زمان پخت مؤثر است (تدهایی^۱ و همکاران، ۲۰۰۲).

نقش مواد اولیه در کیفیت نان از اهمیت بالاتری نسبت به سایر عوامل برخوردار می‌باشد. نقش نیروی انسانی پس از مواد اولیه در کیفیت نان نیز حائز اهمیت می‌باشد. پس از نقش نیروی انسانی، شرایط فنی و بهداشتی مطرح می‌باشد. بهره‌گیری از تجهیزات تولید نان در قسمت‌های مختلف تولید شامل: تهیه خمیر، آماده‌سازی خمیر برای پخت و استاندارد بودن گرمخانه و مرحله پخت

^۱ . Brenna

^۲ . Thedthai

نان (تنظیم و کالیبره بودن فر) نقش اساسی و مهم در بهبود کیفیت نان دارد. در خصوص بررسی فرآیند تولید نان به دو روش سنتی و مکانیزه تولید نان نشان می‌دهد که در روش مکانیزه با بهره‌گیری از تجهیزات اتوماتیک در تمامی مراحل تولید، کنترل کیفیت و کمیت مواد، دما و زمان و کاهش خطای نیروی انسانی که موجب افزایش کیفیت نان شده و علاوه بر این استفاده از تجهیزات و دستگاه‌های اتوماتیک موجب ارتقای وضعیت بهداشتی فرآیند تولید و نیز کاهش اتلاف انرژی خواهد شد. وابستگی کیفیت نان به مواد اولیه را نسبت به روش سنتی تولید نان کاهش خواهد داد.

استفاده از حرارت مستقیم در تولید برخی از انواع نان سنتی نقطه ضعف دیگری است که البته این مشکل در تولید نان به روش مکانیزه به دلیل جایگزین شدن فرهای صنعتی به جای تنورهای سنتی قابل رفع است. در تنورهای سنتی به علت قرار گرفتن خمیر در مقابل شعله مستقیم، مواد مضر ناشی از سوختن مواد سوختنی با نان تماس داشته که بر شاخص‌های بهداشتی تأثیرگذار است.

عدم کنترل مناسب زمان در تولید نان به روش سنتی با توجه به نوع تنورها قابلیت هضم و جذب را که از شاخص‌های تغذیه‌ای کیفیت نان است تحت تأثیر قرار می‌دهد. هم‌چنین عدم کنترل دمای تنور می‌تواند سبب سوختن نان و در نتیجه تأثیر بر شاخص‌های حسی و تغذیه‌ای نان شود. در حالی که در تولید نان به روش مکانیزه تنظیم دمای تنور و نیز زمان پخت با استفاده از تجهیزات به راحتی امکان‌پذیر است.

استفاده مستقیم از سوخت‌های فسیلی و احتراق گازهای سمی که در تنورهای پخت نان به روش سنتی وجود دارد، یکی دیگر از مشکلات بهداشتی نانوائی‌ها است. در روش شعله مستقیم، مواد سوختنی و گازهای حاصل از احتراق مستقیماً با نان برخورد می‌کنند. سوخت ناقص مواد نفتی و یا گازی و نشسته آن‌ها بر روی نان در درجه حرارت بالا باعث می‌گردند که هیدروکربن‌های آروماتیک به وجود آیند که براساس تحقیقات به عمل آمده این مواد می‌توانند موجب بروز سرطان شوند و بدین ترتیب شاخص‌های بهداشتی را تحت تأثیر قرار دهند. در تولید نان به روش مکانیزه با استفاده از دستگاه‌ها و تجهیزات پخت مشکلات ناشی از استفاده مستقیم از سوخت‌های فسیلی برای پخت نان و احتراق گازهای سمی که در تنورهای پخت نان به روش سنتی به وجود می‌آید رفع می‌شود.

انتقال حرارت و آب:

حرارت در محصولات پخت از سه طریق مختلف تشعشع، هدایت و جابه‌جایی منتقل می‌شود که نقش مهمی در پخت ایفا می‌کنند. در طی پخت حرارت بر سطح محصول جذب شده و دمای آن افزایش می‌یابد (هوپی، ۲۰۰۶). انرژی در اثر هدایت از اطراف نان به مرکز منتقل می‌شود با توجه به

این که نفوذ گرما از سطح خارجی به سمت مرکز است حرارت سطح طی مدت کوتاهی حدود ۳ دقیقه در حرارت ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار می گیرد و حرارت سطح همواره افزایش می یابد و بدین ترتیب آب گرم شده و تبخیر می گردد و از طریق منافذ پوسته خارج می شود. بخشی از این بخار آب در محفظه باقی مانده و سبب افزایش رطوبت هوای درون فر می شود و قسمت دیگری از بخار آب داخل نان برفرآیند تورم و ژلاتینه شدن تأثیر می گذارد (رجب زاده، ۱۳۷۲). هرگز دمای مغز و مرکز نان از دمای نقطه جوش آب ۲۱۲ درجه فارنهایت حتی در حداکثر دما در انتهای پخت افزایش نمی یابد (هویی، ۲۰۰۶). در طی پخت، انتقال حرارت و رطوبت در خمیر تابع سه تغییر عمده است: تبخیر آب در سلول و فضای بین خمیر و گاز در طی فرآیند تخمیر، ژلاتینه شدن نشاسته و دناتوره شدن پروتئین که خمیر ویسکوز را به یک مغز الاستیکی تغییر می دهد و تغییر ساختار سلول های گاز که با تشکیل فیلم به ساختار متخلخل تبدیل میشوند. زمانیکه خمیر در فر قرار می گیرد آب خیلی سریع از لایه های سطحی تبخیر و در نتیجه محتوی آب نسبت به مرکز کاهش می یابد که توزیع آب بین پوسته و سطح از لحاظ ارگانولپتیکی حائز اهمیت می باشد.

کاهش آب در محتوی پوسته و دمای بیش از ۱۰۰ درجه سانتیگراد می تواند واکنش هایی نظیر میلارد را ایجاد نماید که در ایجاد طعم و تولید ترکیبات سمی نظیر آکریل آمید مؤثر می باشد (ونی و همکارن، ۲۰۰۹).

آب نقش مهمی در تغییرات فیزیکی مثل توسعه گازها و تغییرات شیمیایی مثل ژلاتینه شدن نشاسته در طی پخت نان ایفا می کند که انتقال حرارت به مرکز نان در طی پخت موجب انتقال آب و تغییر در توزیع آب می شود. در نان آب از ناحیه گرم تر تبخیر شده و لایه های سطحی شروع به خشک شدن می کنند که در زیر این ناحیه بخار آب از طریق منافذ در تماس باهم و تحت اثر گرادیان (اختلاف) غلظت بخار آب به سطح منتقل و پراکنده می شود. با افزوده شدن بر ضخامت پوسته این جریان انتقال کاهش می یابد (ونگر^۱ و همکارن، ۲۰۰۷).

در طی دقایق اولیه پخت، هوای فر به شرایط اشباع رطوبت رسیده و جذب اندک آب در این لحظه سبب متراکم شدن بخار بر سطح می شود که با افزایش دمای سطح، پوسته تشکیل شده و رطوبت در لایه بیرونی قرص نان به بخار تبدیل می شود، اکثر بخار تبخیر و به هوا منتقل شده و مقدار کمتری به داخل قرص نان نفوذ می کند. با خارج شدن یکبارہ نان از فر رطوبت داخل مغز به لایه خشک پوسته

^۱ . Wanger

مهاجرت می‌کند و در طی سرد شدن رطوبت از پوسته به طور پیوسته تا زمانی که محتوی آب در قرص کامل نان ۳۸٪ کاهش یابد تبخیر انجام می‌شود (هوپی، ۲۰۰۶).

واکنش‌ها در طی پخت:

واکنش کاراملیزاسیون:

فرآیندی است که با کاهش رنگ مواد قندی تحت اثر حرارت، به ترکیبات متنوع در رنگ از زرد روشن تا قهوه‌ای تیره تغییر شکل داده و کارامل با مزه سوخته، تلخ یا طعم اسیدی به آرامی تولید می‌شود. محصول نهایی این واکنش‌ها پلیمرهای غیر اشباع می‌باشد (هوپی، ۲۰۰۶). این واکنش پیچیده در دمای بالا بیش از ۱۲۰ درجه سانتیگراد اتفاق می‌افتد. پروتئین، کربوهیدرات و آب از عوامل ایجاد این واکنش در رطوبت متوسط و دمای بالا می‌باشند (پرلیس^۱ و همکاران، ۲۰۱۰).

در بافت نان مقدار محدودی دکسترین تشکیل می‌شود که تبدیل دکسترین در اثر مصرف اسید یا خمیرمایه شدت می‌یابد، که دکسترین ایجاد شده در ابتدا زرد رنگ بوده اما با افزایش حرارت و گرما به رنگ قهوه‌ای تبدیل می‌شود که شدت رنگ پوسته به کاراملیزه شدن قندها بستگی دارد و موادی نظیر آلدئیدها، کتون‌ها، دی کتون‌ها و مشتقات فوران بر مواد معطر اثر دارند (رجب زاده، ۱۳۷۲).

واکنش میلارد:

واکنش میلارد یک واکنش شیمیایی است که اسیدهای آمینه در پروتئین‌ها با قندهای احیاکننده مثل گلوکز و فروکتوز واکنش می‌دهند و در ایجاد طعم در نان پخته شده مؤثرند (برنا، ۲۰۰۶). هم‌چنین می‌توانند موجب تشکیل ترکیبات سمی نظیر آکریل آمید، کاهش قابلیت هضم پروتئین و محدودیت در دسترس بودن لیزین را نیز منجر شوند (ونین، ۲۰۰۹).

عواملی نظیر دمای بالا، کاهش فعالیت آبی در سطح محصول، فرمولاسیون محصول، نوع قند، اسیدهای آمینه و PH در تولید ترکیبات رنگی واکنش میلارد نقش دارند. در طی قهوه‌ای شدن واکنش اکسیداسیون و نابودی اسیدهای آمینه ضروری نظیر تریپتوفان و متیونین رخ می‌دهد. پیوند^۲ در پروتئین‌ها که به تشکیل پوسته مرتبط بوده و قابلیت هضم پروتئین و ارزش تغذیه‌ای محصولات نانوایی را نیز کاهش می‌دهد.

یکی دیگر از مشکلات ذکر شده تشکیل آکریل آمید است که با متراکم شدن قندهای احیاکننده و اسیدهای آمینه آسپارژین در مرحله اول واکنش میلارد در پوسته رخ می‌دهد. تشکیل این ترکیب

^۱ . Purlis

^۲ -Cross-linking

سمی به دما و زمان پخت، محتوی قندهای احیاکننده و آسپارژین وابسته است (پرلیس و همکاران، ۲۰۱۰).

مکانیسم این واکنش بدین صورت است که ابتدا محصولات فاقد رنگ قابل کندانسه شدن طی واکنشی که بین گروه آمینو آمینواسیدها و گروه کربونیل و یا گروه کتون منوساکاریدها به وجود می‌آیند ظاهر می‌شود، در اثر کاهش آب، متراکم و اینوله شدن ترکیباتی که در آنها کربن مربوط به CH دارای بند مضاعف می‌باشند، فورفورال و یا هیدروکسی متیل فورفورال و آمینواسیدها به وجود می‌آیند. علاوه بر آن ترکیبات غیر اشباع ایجاد شده و آمینواسیدها به آلدئید تبدیل می‌شوند که با جابه‌جا شدن گروه آمین با عملیات احیا و در اثر اکسیداسیون با فورفورال نیز می‌توانند ایجاد شوند (رجب زاده، ۱۳۷۲).

ژلاتینه شدن نشاسته:

ژلاتینه شدن نشاسته در دمای حدود ۱۰۴ درجه فارنهایت، با تورم گرانول‌ها بوده که آب از پروتئین به نشاسته منتقل شده و سبب افزایش سریع ویسکوزیته خمیر و آغاز ساختار اسفنجی می‌گردد (برنا، ۲۰۰۶). در این مرحله آب آزاد و آب پیوند داده شده با پروتئین از خمیر جذب شده و گرانول‌ها متورم و تغییر شکل می‌دهند، اگرچه بخش بزرگی از گرانول‌ها بدون تغییر تا انتهای ژلاتینه شدن در طی محدودیت فراهم شدن آب باقی می‌مانند.

در این واکنش عواملی نظیر میزان آب در دسترس و دما در مدت فعالیت نشاسته مؤثر می‌باشند (هوپی، ۲۰۰۶). درجه ژلاتینه شدن نشاسته در محصولات مختلف پخت متفاوت بوده زیرا ترکیب و زمان پخت متفاوتی از یکدیگر دارند. بیش از ۴۰٪ نشاسته پوسته در فرآیند پخت نان قادر به ژلاتینه شدن نیست. ژلاتینه شدن نشاسته ایجاد ساختار آمورف در نان می‌نماید که در انتقال آب از پروتئین و جذب آب توسط نشاسته مؤثر می‌باشد (موندال و داتا، ۲۰۰۸). در خمیرهایی که حاوی چربی می‌باشند چربی مانع ژلاتینه شدن نشاسته شده و بافت نان ترد و پوک می‌شود (رجب زاده، ۱۳۷۲).

دنا توره شدن پروتئین:

پروتئین‌های گلوتن با ۳۱٪ از کل آب جذب شده توسط خمیر پیوند می‌دهند. که ساختار خمیر با شبکه‌ای از گرانول‌های کوچک نشاسته تشکیل می‌شود. پروتئین‌ها تحت اثر حرارت زمانی که دمای مغز حدود ۱۴۰-۱۵۸ درجه فارنهایت می‌رسد دنا توره می‌شوند که در پروتئین‌های دنا توره شده توانایی پیوند با آب کاهش یافته و آب از پروتئین به نشاسته رها شده که سبب ژلاتینه شدن نشاسته می‌شود و زمانی که دما بیش از ۱۶۵ درجه فارنهایت برسد فیلم‌های گلوتن که واکنش‌های گازی را احاطه

کرده‌اند با حرارت دنا توره شده و به ساختار نیمه سخت با متورم شدن نشاسته تغییر شکل می‌دهند (هوپی، ۲۰۰۶). محتوی کم آب دمای دنا توره شدن پروتئین را بالا می‌برد (ونین و همکاران، ۲۰۰۹).

نقش بخار در فر:

بخار یک محیط مطلوب برای ایجاد پوسته شکننده و براق، گسترش پوسته سطحی خمیر، بهبود نفوذ حرارت به داخل قرص نان ایجاد می‌نماید. شرایط خشک فر سبب تشکیل نابهنگام پوسته بیرونی بر سطح نان می‌شود که بر گسترش حجم نان اثر منفی داشته و پوسته نهایی ظاهر نامناسبی پیدا می‌کند. در صورتی که بخار و رطوبت در فر زیاد باشد سبب سفت شدن پوسته می‌شود ولی در آغاز عمل ژلاتینه شدن نشاسته سبب تسریع این عمل و نرم شدن پوسته می‌گردد کم بودن بخار که به ندرت اتفاق می‌افتد موجب تشکیل پوسته بالایی^۱ جدا از مغز نان می‌شود (هوپی، ۲۰۰۶).

نقش حرارت در پخت:

در اثر قرار دادن محصول به میزان زیاد و نقص در کنترل حرارت فر منجر به تشکیل سریع پوسته شده که از توسعه حجم بهینه جلوگیری کرده و موجب توسعه غیریکنواخت مغز نان می‌شود. یکی از عوامل دیگر که سبب قضاوت اشتباه در تعیین زمان پخت است حرارت سریع^۲ است که سبب قهوه‌ای شدن سریع پوسته محصول شده در صورتیکه مغز نان هنوز به اندازه کافی پخته نشده که در ابتدا چرخه پخت زمانی که حرارت ناگهان به فر سرد می‌رسد ایجاد می‌شود (هوپی، ۲۰۰۶).

محصولات نانوایی دارای ماندگاری بسیار کوتاهی هستند و کیفیت آن‌ها به فاصله زمانی میان تولید و مصرف نیز ارتباط تنگاتنگی دارد. در طی نگهداری نان کاهش در تازگی و افزایش در سفتی مغز باعث کاهش مشتری پسندی محصول می‌گردد که مجموع این عوامل را بیاتی نان می‌نامند (مجدوبی و همکاران، ۱۳۸۹). بیات شدن نان، فرایند فیزیکیوشیمیایی پیچیده‌ای است که نتیجه ظاهری و نامطلوب آن، سفت شدن مغز و لاستیکی شدن پوسته نان می‌باشد و در مدت کوتاهی پس از پخت، نان را برای مصرف کننده غیرقابل پذیرش می‌سازد.

مکانیسم‌های فیزیکیوشیمیایی که در این پدیده دخالت دارند هنوز به درستی مشخص نشده‌اند ولی فرایند واگشتگی نشاسته، مهاجرت آب و برخی تغییرات در گلوتن در بیاتی نان نقش مهمی دارند. واگشتگی نشاسته یک فرایند پیچیده است که در آن زنجیره‌های آمیلوز و آمیلوپکتین که در اثر ژلاتینه

۱. Shell top

۲. Flash heat

شدن محلول شده‌اند، در اثر سرد شدن تجمع پیدا کرده و ساختار سه بعدی کریستالی تشکیل می‌دهند (روانفر و همکاران، ۱۳۹۲). اگر چه تغییر ماهیت گلوتن در اثر پخت و ایجاد اتصالات عرضی میان گلوتن و نشاسته نیز از دیگر عوامل مؤثر بر بیاتی می‌باشند. در اثر بیاتی نان، علاوه بر تشکیل کریستال‌های جدید در مولکول‌های نشاسته که قبلاً در حین پخت ژلاتینه شده بودند، پیوندهای عرضی بین نشاسته و گلوتن نیز تشکیل می‌گردد و در طی نگهداری نان، میزان این پیوندها افزایش می‌یابد و به عبارتی نان سفت‌تر می‌شود. این پیوندها از نوع هیدروژنی بوده که موجب تشکیل کمپلکس بین پلیمرهای نان می‌گردد. جهت شکستن پیوندهای ایجاد شده حرارت و استفاده از انرژی لازم است به‌طور معمول هیچ‌گاه نان کیفیتی معادل نان تازه به دست نمی‌آورد، زیرا در طی گرم کردن به دمای 150°C نمی‌رسد (مجدوبی و همکاران، ۱۳۸۹). از آن جایی که پوسته بخش کوچکی از نان‌های حجیم را تشکیل می‌دهد، بیات شدن آن کم‌تر مورد اعتراض مصرف‌کننده قرار می‌گیرد. نان تازه دارای پوسته خشک، ترد و شکننده است که با گذشت زمان، به خاطر انتقال رطوبت از بافت داخلی، چرم مانند می‌شود (بچل و همکاران، ۱۹۵۳)، نقش پوسته را در بیاتی بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که میزان رطوبت نان دارای پوسته به تدریج کاهش می‌یابد، در حالی که مقدار رطوبت نان بدون پوسته طی مدت نگهداری، به‌طور تقریبی ثابت است. این یافته‌ها حاکی از آن است که رطوبت مغز نان به پوسته منتقل می‌گردد. انتقال رطوبت از بافت داخلی نان به پوسته، از جمله دلایل مرتبط با بیاتی و بدطعم شدن نان‌های پوسته دار مطرح شده است (روانفر و همکاران، ۱۳۹۲).

مواد افزودنی مجاز و روش‌های صحیح تولید خمیر و نان می‌تواند در بهبود کیفیت نان و کاهش ضایعات آن تأثیر به‌سزایی داشته باشد. تولید نان نیمه پخته یکی از روش‌های جدیدی است که به منظور افزایش زمان ماندگاری و در نتیجه کاهش ضایعات نان از اواخر قرن نوزدهم میلادی معرفی شده است که تولید این نوع نان‌ها به‌طور انبوه ابتدا در فرانسه، و با تولید نان‌های نیمه پخته باگت سال‌های حدود ۱۹۹۵ میلادی آغاز گردید و از آن به بعد به دلیل سادگی تولید و کیفیت مطلوب این نوع نان، تولید آن در اروپا رو به افزایش است به طوری که مقدار آن از ۱۳ درصد کل تولید نان در سال ۲۰۰۱ میلادی به ۱۷ درصد در سال ۲۰۰۶ میلادی رسید و در سال ۲۰۰۱ میلادی، حدود ۳۵ درصد از کل صادرات نان‌های صنعتی منجمد فرانسه را تشکیل می‌داد. خمیر این نان کمابیش شبیه خمیر نان معمولی تهیه می‌گردد. سپس خمیر تا مرحله شکل‌گیری مغز نان بدون ایجاد رنگ در سطح پوسته و عطر و طعم نان در فر پخته می‌شود. لذا زمان کوتاه‌تری جهت نیم پز کردن آن لازم می‌باشد. به همین علت به آن نان نیمه پخته می‌گویند.

این محصول پس از بسته‌بندی، قابل نگهداری در دمای محیط و یا به صورت منجمد می‌باشد. در صورت نگهداری این نان در دمای محیط به علت رشد و نمو میکروارگانیسم‌ها معمولاً طول عمر آن حدود یک هفته می‌باشد. در حالی که اگر نان نیمه پخته به صورت منجمد تهیه شود به مدت ۴ ماه قابل نگهداری می‌باشد. اگرچه در این شرایط به دلیل آسیب ناشی از رشد کریستال‌های یخ بر ساختار نشاسته و گلوتن نان خصوصاً در زمانهای طولانی و عدم یکنواختی دمای فریزر پس از خروج از انجماد با افت کیفیت روبرو می‌گردد چگونگی پخت نهایی این نوع نان‌ها بر روی بسته‌بندی آن ذکر شده است. به طوری که معمولاً پس از خرید نان نیمه پخته توسط مشتری، این نان در منازل یا در سایر مراکز مصرف مانند رستوران‌ها، ساندویچ‌فروشی‌ها و سلف‌سرویس‌ها به مدت کوتاهی (چند دقیقه) در فر قرار می‌گیرد. در این مرحله رنگ پو سته و عطر و طعم نهایی نان شکل می‌گیرد. بنابراین یکی از مزایای عمده این نوع نان این است که فرایند نهایی پخت نان در فر یعنی مرحله تشکیل رنگ و عطر و طعم در محل مصرف آن صورت می‌گیرد. لذا نان حاصل دارای رنگ و عطر و طعم نان تازه می‌باشد و بازارپسندی بیشتری دارد. به عبارتی با وجود ماندگاری نان به صورت نیمه پخته در فروشگاه‌ها در اثر پخت کامل خصوصیات یک نان تازه با نرمی و عطر و طعم مطلوب در آن ایجاد می‌گردد. مزیت‌های عمده این نوع نان‌ها شامل مناسب بودن جهت تولید صنعتی و نیمه صنعتی، پائین بودن ضایعات نان، مشتری‌پسندی بالا، آماده‌سازی سریع و رضایتمندی مشتری به دلیل دسترسی به نان گرم تازه در هر ساعت از شبانه روز می‌باشد از آنجا که پدیده بیاتی در مورد این نان‌ها نیز اتفاق می‌افتد این نان‌ها بایستی در شرایط مناسبی پیش از پخت کامل نگهداری شوند. از آنجا که سرعت بیاتی نان در دمای محیط و انجماد کم‌ترین است معمولاً از این دو شرایط جهت نگهداری نان نیمه پخته استفاده می‌گردد. اگرچه استفاده از دمای محیط جهت نگهداری نان نیمه پخته زمان ماندگاری کوتاه‌تری دارد ولی می‌تواند در کاهش هزینه‌های مربوط به سرد کردن و انجماد مؤثر باشد و مصرف آن را آسان‌تر نماید (مجدوبی و همکاران، ۱۳۸۹).

انواع فر و معایب و مزایای هر کدام:

به عنوان قلب پخت در نظر گرفته می‌شود. در انتخاب فر فاکتورهایی نظیر گرمای مخصوص خمیر، دمای خمیر، سرعت تبخیر رطوبت، دمای فر، روش کاربرد حرارت، نوع سوخت، حجم پخت تولیدی، نوع محصول، فضای نصب و هزینه را جهت محاسبه نیازهای انرژی برای پخت باید در نظر گرفت. در واحدهای صنعتی تولید نان از آنجا که تعداد بسیار زیادی قرص نان در مدت کوتاهی تهیه می‌شود. نیاز

به سطح و فضای زیادی وجود دارد از اینرو فرهای متداول در صنایع را در قسمت ذیل بررسی می‌کنیم:

فر چند طبقه‌ای^۱:

اولین فری است که در آمریکا توسعه یافته و یک ساختار قرقه‌ای که به طور عمودی اطراف یک محور افقی محفظه پخت گردش می‌کند و سینی پخت به طور چرخشی قرار دارد و با اثر مستقیم سرخ کردن حرارت می‌بینند. از الکتروسیته یا گاز به عنوان منبع انرژی استفاده می‌شود. رطوبت بالای محفظه بیش‌تر بوده و بر توسعه ویژگی پوسته محصولات پخت کمک می‌کند.

فر طبقه‌ای با پایه متحرک^۲:

نوع اصلاح شده فر چند طبقه‌ای است که به منظور افزایش ظرفیت تولید و بهبود اثرات پخت اصلاحات انجام شده که این تغییرات در محفظه کم‌تر بوده و بیشتر برای افزایش ظرفیت است.

فر تونلی^۳:

محفظه پخت با یک موتور نقاله که کار فر پخت را انجام می‌دهد از یک مسیر مستقیم عبور می‌کند و به یک ناحیه و یا چند ناحیه برای کنترل دما تنظیم می‌شود که تعداد این نواحی به مهندسی آن سیستم بستگی دارد و برای نان‌های مسطح مناسب می‌باشد و برای نان‌های مدور (Rolls) نامناسب می‌باشد و بر پخت کراکر و بیسکوئیت تأثیرات ویژه‌ای دارد، زیرا کنترل دما در بالا و پایین به طور جداگانه می‌باشد و حرارت به طور متوازن از عرض فر عبور می‌کند و شرایط بهینه برای بخار ایجاد می‌شود.

فر با سیستم پیوسته^۴:

یک سیستم کامل و پیوسته پخت است و در سال ۱۹۶۷ توسعه یافته است. طرح اولیه این سیستم یک نوار نقاله است که به طور پیوسته قالب‌ها را بعد از زمان توقف نهایی به فر منتقل می‌کند. نوع انتقال حرارت در آن به صورت جابه‌جایی می‌باشد.

فر کشویی^۵:

۱. Reel oven

۲. Traveling ovens

۳. Tunnel ovens

۴. ConveyORIZED ovens

۵. Rack ovens

ابتدا در سال ۱۹۵۸ تولید شده که اساس آن محفظه پخت عمودی با پایه چرخشی ویژه که می‌تواند بیش از صد سینی از تولید را حمل کند این پایه گردشی بر صفحه گردان پخت قرار دارد که می‌تواند محصول را در معرض حرارت با جابه‌جایی غیر یکنواخت قرار دهد منبع انرژی گردشی می‌تواند الکتریسیته، گاز یا سوخت باشد که امروزه محاسبه انرژی در فرهای چرخشی با تعدیل دما شرایط بخار و چرخه پخت است.

فر الکتریکی^۱:

یک تعریف کلی از این فر، استفاده از قدرت الکتریکی فر که طبق قاعده حرارت را تامین می‌کند می‌باشد فرهای تجاری به المنت‌های ذخیره‌کننده حرارت مجهز گشته است که در موقعیت خاص سرعت الکتریکی کم می‌شود. به طور رایج در صنعت پخت استفاده می‌شود و حرارت محصول با حرارت دی الکتریک می‌باشد و پوسته زمانی که محصول پخته می‌شود تشکیل نمی‌شود زیرا حرارت دی الکتریک تنها از خارج به داخل محصول منتقل می‌شود (چانگ^۲، ۲۰۰۶).

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به این که پخت آخرین مرحله می‌باشد، ولی مهم‌ترین مرحله برای تبدیل خمیر به محصولی با قابلیت هضم و ارزش تغذیه‌ای بالا و ویژگی ظاهری مناسب بوده که برای رسیدن به این عوامل باید شرایط مناسب برای وقوع واکنش‌های میلارد، دناتوره شدن پروتئین و ژلاتینه شدن نشاسته و شرایط مطلوب برای محفظه پخت از جمله تنظیم دما و رطوبت فراهم شود تا به محصولی با خصوصیات ایده‌آل دست یافت. تبدیل واحدهای سنتی به صنعتی می‌تواند در دورریز نان و افزایش کیفیت آن نیز مؤثر باشد.

منابع و مآخذ:

- رجب زاده، ناصر (۱۳۷۲). **تکنولوژی نان**، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- روانفر، نفیسه؛ محمدزاده میلانی، جعفر و رفتنی امیری، زینب (۱۳۹۲). بررسی تأثیر آردمالت جو بر بیاتی نان بربری، **فصلنامه علوم و فناوری‌های نوین غذایی**، سال اول، شماره ۲: ۱۵-۲۲.
- صالحی، م. (۱۳۹۲). نکات بهداشتی در نانوائی هتل، **هفته نامه تخصصی هتل**، شماره ۳۸: ۱-۱۰.
- طاهری، آرش و قربانی، صدیقه (۱۳۹۰). **تعیین درصدهای گذاری عوامل مؤثر بر کیفیت نان**، مرکز پژوهش‌های غلات، ص ۱۷-۲۳.

^۱. Electronic ovens

^۲. Chang

- غفاریپور، م. (۱۳۷۴). سهم نان در تأمین نیازمندیهای تغذیه‌ای مردم، **مجموعه مقالات اجلاس تخصصی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور**، ص ۲۰.
- مجذوبی، مهسا؛ آگاه، شیما و فرحناکی، عسگر (۱۳۸۹). تأثیر زمان نگهداری در دمای محیط بر خصوصیات نان نیمه پخته حجیم قالبی، **فصلنامه علوم و صنایع غذایی**، دوره ۷، ۴، صفحه: ۱-۱۰.
- یارمند، محمد سعید و سیدین اردبیلی، سید مهدی (۱۳۸۴) اثر گلوتن و آردمالت جو بر روی بیاتی و کیفیت نان بربری، **مجله علوم کشاورزی ایران**، دوره ۳۸، شماره ۳: ۵۹۱-۶۰۲.
- Chang, M.(2006).IN: Hui, Y, H. ,**Bakery products science and technology**.chapter 15, Black well .pp: 273-283.
- Mondal, A., & Datta, A.(2008). Bread baking:A review, **Journal of food engineering**, Vol.86, pp: 465-474.
- Brenna, J.(2006). **Food processing**,London: Willey-VcH.
- Thedthai, N., Zhou, W., & Adamczak, T.(2002). Optimisation of the temperature profile in bread baking, **Journal of Food Engineering**, Vol.55, pp: 41-48.
- Rehman, S., Paterson, A., & Piggott, J.(2006).Flavour in sourdough breads: A review, **Trends in food science &Technology**, Vol. 17, pp: 557-566.
- Vuyst, D., & Messens, W.(2002). Inhibitory substances produced by Lactobacilli isolated from sourdoughs—A review, **International Journal of Food Microbiology**, Vol.72, pp: 31– 43.
- Vanin, F., Lucas, T., & Trystram, G.(2009). Crust formation and its role during bread baking- Review, **Trends in Food Science &Technology**, Vol.20, pp: 333-343.
- Wanger, M., Lucas, T., Leray, D., & Trystram, G.(2007).Water transport in bread during baking, **Journal of Food Engineering**, Vol. 78, pp: 1167-1173.
- Purlis, E.(2010). Browning development in bakery products: A review, **Journal of Food Engineering**, Vol. 99, pp: 239-249.