بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

پایان‌نامه

جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی

عنوان

ارزیابی قدرت تولید گاز و خواص عملکردی پودرهای نانوایی

استاد راهنما

دکتر سیدهادی پیغمبردوست

استاد مشاور

دکتر سالار همتی

پژوهشگر

فرزانه امینی

آذر ماه ۱۳۹۰

تشکّر و قدردانی

سپاس و ستایش کردگار یکتایی که ذات بی کرانش آکنده از علم و دانش است و چه با سخاوت از این خوان بی همتا، بشر را موهبتی شگرف ارزانی داشته است.

تو را چنان که تویی هر نظر کجا بیند به قدر دانش خود هر کسی کند ادراک (حضرت حافظ)

از پدر و مادر عزیزم که همواره قلب پر مهرشان گرمی بخش وجودم و عشق و محبتشان امید و اشتیاقم به ادامه ی راه و دست توانمندشان تکیه گاهم و حمایت بی دریغشان استوار کننده ی قدم هایم بوده است از صمیم قلب و تا ابد سپاس گزارم. از برادر عزیزم برای محبتی که به ایشان داشته اند، تشکر و قدردانی می نمایم.

از زحمات، مهرورزی ها و بردباری های ویژه ی استاد راهنمای فرزانه ام آقای دکتر سیّد هادی پیغمبردوست که در انجام این پژوهش همت گماشتند و نیز استاد مشاور گران قدرم آقای دکتر سالار همتی که در نهایت بزرگواری در تمام مراحل این تحقیق راه گشایم بودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم. از آقای دکتر صدیف آزادمرد دمیرچی که افتخار شاگردی ایشان را داشته ام و زحمت داوری این پایان نامه را متقبل شدند، سپاس گزاری می نمایم.

از مسؤلین شرکت های همایش، هاله، ثمین نان سحر که با ارسال نمونه محصول پودر نانوایی صمیمانه در این پروژه همکاری نمودند، کمال تشکر را دارم.

از زحمات خانم ها مهندس احمدی و شکوئی بسیار متشکرم. همچنین از دوستان و هم کلاسی های ارجمندم آقایان آقامیرزایی، سربازی و خانم ها رنگچیان، محمودی، سلمان پور، بحرانی، و سایر هم کلاسی ها و دوستان گرانقدرم در خوابگاه شهدا بسیار سپاس گزارم. شادکامی و بهروزی همگی این عزیزان را از پیشگاه ایزد متعال آرزومندم.

فرزانه امینی

آذرماه ۹۰

راستی را،

زندگی جز تاریکی نیست، مگر آن که شوری در میان باشد

و شورها همه کورند، مگر آن که دانشی در میان باشد

و همه دانش‌ها یاوه‌اند، مگر آن که کار در میان باشد

و همه کارها تهی باشند، مگر آن که عشق در میان باشد...

تقدیم با عشق به

ستارگان پر فروغ آسمان زندگانی‌ام،

پدر فرزانه و مادر مهربانم

نام خانوادگی: امینی نام: فرزانه

عنوان پایان‌نامه: ارزیابی قدرت تولید گاز و خواص عملکردی پودرهای نانوایی

استاد راهنما: دکتر سیدهادی پیغمبردوست

استاد مشاور: دکتر سالار همتی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی علوم و صنایع غذایی

گرایش: شیمی مواد غذایی دانشگاه: تبریز دانشکده: کشاورزی

تاریخ فارغ‌التحصیلی: ۱۳۹۰/۹/۵ تعداد صفحات: ۷۱

کلید واژه‌ها: پودر نانوایی، دی‌اکسیدکربن، هوادهی، تولید گاز، حجم کیک

چکیده

با توجه به اهمیت پودر نانوایی در محصولات صنایع پخت، در این تحقیق قدرت تولید گاز و خواص عملکردی چند نمونه از پودرهای نانوایی مورد استفاده در ایران با نام‌های هاله، همایش با عملکردهای تند، متوسط و کند، ثمین نان سحر، هرمین، مهسا و آذرنوش با عملکردهای تند، متوسط و کند و یک نمونه خارجی با نام تیارا، توسط روش‌های سریع حجم سنجی آزمایشگاهی (دستگاه چیتیک و فشارسنج) و همچنین خصوصیات خمیر (وزن مخصوص، قوام و pH) و ویژگی‌های فیزیکی کیک تولیدی (حجم، دانسیته ظاهری، حجم ویژه، دانسیته جسمی، تخلخل، تقارن و یکنواختی و ارتفاع تاج کیک) مورد بررسی قرار گرفت. و همبستگی روش‌های آزمایشگاهی حجم‌سنجی و خصوصیات حجمی کیک بررسی شد. نتایج حاصل از آزمون‌های چیتیک نشان داد که پودرهای نانوایی ثمین نان سحر و همایش کند عمل بالاترین (به ترتیب ۱۷/۷۳±۰/۵ و ۱۷/۴۳±۰/۳۵ درصد) و نمونه‌های هاله، همایش و آذرنوش تند عمل کمترین (به ترتیب ۱۵/۵۳±۰/۲، ۱۵/۵۵±۰/۱۲ و ۱۵/۶۲ ±۰/۱۲ درصد) میزان دی‌اکسیدکربن در دسترس را داشتند. ثمین نان سحر بیشترین و هرمین کمترین (به ترتیب ۲/۷۷±۰/۱ و ۰/۵۷±۰/۰۳ درصد) دی‌اکسیدکربن باقی‌مانده را نشان دادند. در آزمون فشارسنج نمونه ثمین نان سحر بالاترین (۳۳۹±۲/۸۴ میلی بار) و همایش کند عمل کمترین (۱۶۶±۳/۵۲ میلی بار) میزان تولید گاز را داشتند. در آزمون‌های پخت پودرهای نانوایی ثمین نان سحر و همایش کند عمل بالاترین حجم کیک (به ترتیب ۱۱۷/۵±۳/۵۴ و ۱۰۷/۵±۳/۵۴ میلی‌لیتر)را نشان دادند. همچنین کیک‌های تولیدی از این نمونه‌ها حجم ویژه (به ترتیب ۳/۲۳±۰/۰۵۹ و ۳±۰/۱۷۲ سانتی‌متر مکعب بر گرم)، تخلخل(به ترتیب

۰/۷۳±۰/۰۰۹ و ۰/۷±۰/۰۰۹)، ارتفاع تاج (به ترتیب ۳/۹۵±۰/۰۷ و ۳/۹±۰/۰۰ سانتی‌متر) بالا و دانسیته ظاهری پایین (به ترتیب ۰/۳۰۹±۰/۰۰۵۷ و ۰/۳۳۴±۰/۰۱۹۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب) داشتند. کمترین حجم در کیک‌های حاوی پودرهای نانوایی هاله، مهسا، همایش و آذرنوش تند عمل (به ترتیب ۹۰±۰/۰۰، ۹۰±۰/۰۰، ۸۵±۷/۰۷ و ۹۵±۷/۰۷ میلی‌لیتر) مشاهده شد. همچنین کیک‌های حاصل از این تیمارها حجم ویژه (به ترتیب ۲/۵۴±۰/۰۵۶، ۲/۵۱±۰/۰۴۳، ۲/۴۳±۰/۲۱۲ و ۲/۶۶±۰/۲۵۴ سانتی‌متر مکعب بر گرم)، تخلخل (به ترتیب ۰/۶۵±۰/۰۱۶، ۰/۶۴±۰/۰۱۳، ۰/۶۴±۰/۰۲۷ و ۰/۶۷±۰/۰۲۵) پایین و دانسیته ظاهری بالایی (به ترتیب ۰/۳۹۲±۰/۰۰۹۱، ۰/۳۹۸±۰/۰۰۷۰، ۰/۴۱۳±۰/۰۳۶۰ و ۰/۳۷۷±۰/۰۳۷۴) داشتند ($P<$ ۰/۰۵). با توجه به همبستگی بالایی که بین نتایج حاصل از آزمون چیتیک و ویژگی‌های فیزیکی کیک تولیدی مشاهده شد. می‌توان با استفاده از آزمون سریع چیتیک ویژگی‌های حجمی کیک حاصل از نمونه‌های مختلف پودر نانوایی را بدون نیاز به پخت پیش بینی کرد.

فصل اول: کلیات ۱
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- تاریخچه ۲
فصل دوم: بررسی منابع ۷
۲-۱- ترکیبات تشکیل‌دهنده پودرهای نانوایی ۸
۲-۱-۱- حامل دی‌اکسیدکربن ۸
۲-۱-۱-۱- بیکربنات سدیم ۸
۲-۱-۱-۲- بیکربنات پتاسیم ۸
۲-۱-۱-۳-کربنات پتاسیم ۹
۲-۱-۱-۴- بیکربنات آمونیوم ۹
۲-۱-۲- ماده پرکننده ۹
۲-۱-۳- اسید حجم‌دهنده ۱۰
۲-۱-۳-۱- ویژگی‌های اسید حجم‌دهنده ۱۱
۲-۲- معیارهای ارزیابی پودرهای نانوایی ۱۲
۲-۲-۱- عدد خنثی سازی ۱۲
۲-۲-۲- سرعت واکنش ۱۳
۲-۳- واکنش‌های شیمیایی مواد حجم دهنده ۱۶
۲-۳-۱- سدیم اسید پیروفسفات ۱۶
۲-۳-۲- مونوکلسیم فسفات منوهیدرات ۱۷
۲-۳-۳- دی کلسیم فسفات دهیدرات ۱۷
۲-۳-۴-سدیم آلومینیوم فسفات اسیدی ۱۸
۲-۳-۵- سدیم آلومنیوم سولفات ۱۹
۲-۳-۶- کرم تارتار ۱۹
۲-۳-۷- گلو کونو دلتا لاکتون ۲۰

۲-۳-۸- اسید سیتریک ۲۰
۲-۳-۹- سیترات سدیم اسیدی ۲۰
۲-۳-۱۰- اسید تارتاریک ۲۱
۲-۳-۱۱- اسید لاکتیک ۲۱
۲-۳-۱۲- اسید فوماریک ۲۲
۲-۴- جنبه های تغذیه‌ای مواد حجم‌دهنده ۲۲
فصل سوم: مواد و روش‌ها ۲۳
۳-۱- مواد مورد استفاده ۲۴
۳-۱-۱- مواد اولیه ۲۴
۳-۱-۲- مواد شیمیایی مورد استفاده ۲۴
۳-۱-۳- لوازم آزمایشگاهی ۲۶
۳-۲- محل انجام پروژه ۲۶
۳-۳- مراحل انجام پروژه ۲۶
۳-۴- آزمون‌های شیمیایی پودر نانوایی ۲۶
۳-۴-۱- اندازه‌گیری قدرت تولید گاز پودر نانوایی ۲۷
۳-۴-۱-۱- اجزاء تشکیل دهنده دستگاه چیتیک ۲۷
۳-۴-۱-۲- چگونگی اتصال قسمت‌های مختلف دستگاه چیتیک ۲۷
۳-۴-۱-۳- مواد یا واکنش‌گرها ۲۸
۳-۴-۱-۴- اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن کل ۲۹
۳-۴-۱-۵- اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن باقی‌مانده ۲۹
۳-۴-۱-۶- دی‌اکسیدکربن قابل استفاده پودر نانوایی ۳۰
۳-۴-۱-۷- محاسبه ۳۰
۳-۴-۲- اندازه‌گیری تولید گاز پودر نانوایی با استفاده از روش فشارسنجی ۳۰
۳-۵- تهیه کیک ۳۱

۳-۵-۱- تهیه خمیر ۳۱
۳-۵-۲- پخت کیک ۳۲
۳-۶- آزمون‌های فیزیکی- شیمیایی آرد، خمیر کیک و کیک ۳۲
۳-۶-۱- آزمون‌های آرد ۳۲
۳-۶-۱-۱- رطوبت آرد ۳۲
۳-۶-۱-۲- خاکستر آرد ۳۳
۳-۶-۱-۳- پروتئین آرد ۳۳
۳-۶-۱-۴- گلوتن مرطوب ۳۴
۳-۶-۱-۵- اندازه‌گیری رسوب زلنی ۳۴
۳-۶-۲- آزمون‌های خمیر کیک ۳۵
۳-۶-۲-۱- وزن مخصوص خمیر کیک ۳۵
۳-۶-۲-۲- قوام خمیر کیک ۳۵
۳-۶-۲-۳- pH خمیر کیک ۳۶
۳-۶-۳- آزمون‌های کیک ۳۶
۳-۶-۳-۱- حجم کیک ۳۶
۳-۶-۳-۲- حجم ویژه کیک ۳۶
۳-۶-۳-۳- تقارن و یکنواختی ۳۶
۳-۶-۳-۴- دانسیته ظاهری ۳۷
۳-۶-۳-۵- دانسیته جسمی ۳۷
۳-۶-۳-۶- تخلخل ظاهری ۳۸
۳-۶-۳-۷- ارتفاع تاج کیک ۳۸
۳-۷- طرح آماری ۳۸
فصل چهارم: نتایج و بحث ۴۰
۴-۱- میزان دی‌اکسیدکربن در دسترس در پودر نانوایی ۴۱

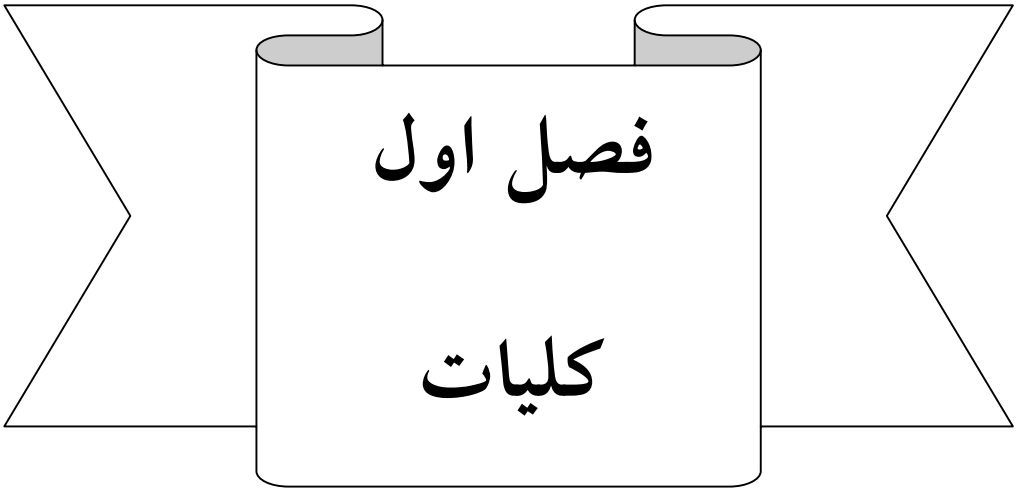
۴-۲- میزان دی‌اکسیدکربن باقی‌مانده در پودر نانوایی ۴۲
۴-۳- اندازه‌گیری میزان تولید گاز پودر نانوایی با استفاده از فشارسنج ۴۴
۴-۴- وزن مخصوص خمیر کیک ۴۷
۴-۵- قوام خمیر کیک ۴۸
۴-۶- pH خمیر کیک ۵۰
۴-۷- حجم کیک ۵۲
۴-۸- دانسیته ظاهری کیک ۵۴
۴-۹- حجم ویژه کیک ۵۶
۴-۱۰- دانسیته جسمی ۵۷
۴-۱۱- تخلخل کیک ۵۸
۴-۱۳- ارتفاع تاج کیک ۶۱
۴-۱۴- همبستگی صفات پودر نانوایی با صفات خمیر و کیک ۶۳
نتیجه‌گیری ۶۵
پیشنهادات ۶۷
فصل پنجم: منابع ۶۸

فهرست جداول

جدول ۲-۱- ویژگی‌های حامل های مختلف دی‌اکسیدکربن..... ۱۰
جدول ۲-۲- عددهای خنثی سازی (NV) اسیدهای حجم‌دهنده با توجه به حامل‌های مختلف دی‌اکسیدکربن..... ۱۳
جدول ۳-۱- پودرهای نانوایی مورد آزمایش..... ۲۵
جدول ۳-۲- مراحل تهیه خمیر با روش شکر- خمیر..... ۳۲
جدول ۳-۳- ویژگی‌های آرد مصرفی..... ۳۵
جدول ۴-۱- همبستگی ساده‌ی پیرسون بین نتایج حاصل از آزمون‌های پودر نانوایی با نتایج آزمون‌های خمیر کیک و کیک..... ۶۴

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱- نمودارهای سرعت واکنش(ROR)، در ۲۷ °C در مدت ۸ دقیقه هم‌زدن.....۱۴
شکل ۳-۱- دستگاه اندازه‌گیری دی‌اکسیدکربن.....۲۸
شکل ۳-۲- فشارسنج برای اندازه‌گیری میزان تولید گاز.....۳۱
شکل ۳-۳- خط‌کش شفاف مورد استفاده در اندازه‌گیری تقارن و یکنواختی کیک.....۳۷
شکل ۴-۱- درصد گاز در دسترس تیمارهای مختلف پودر نانوایی.....۴۲
شکل ۴-۲- درصد گازباقی‌مانده در تیمارهای مختلف پودر نانوایی.....۴۳
شکل ۴-۳- نمودارهای تولید گاز تیمارهای پودر نانوایی.....۴۵
شکل ۴-۴- میزان تولید گاز تیمارهای پودر نانوایی در زمان ۶۰ دقیقه.....۴۶
شکل ۴-۵- وزن مخصوص خمیر کیک تیمارهای مختلف پودر نانوایی.....۴۸
شکل ۴-۶- نقش تیمارهای مختلف پودر نانوایی بر روی تغییرات قوام خمیر کیک.....۵۰
شکل ۴-۷- تأثیر تیمارهای مختلف پودر نانوایی بر روی تغییرات pH خمیر کیک.....۵۲
شکل ۴-۸- تأثیر تیمارهای مختلف پودر نانوایی بر روی حجم کیک.....۵۴
شکل ۴-۹- نقش تیمارهای مختلف پودر نانوایی بر روی دانسیته ظاهری کیک.....۵۵
شکل ۴-۱۰- تأثیر تیمارهای مختلف پودر نانوایی بر روی حجم ویژه کیک.....۵۶
شکل ۴-۱۱- نقش تیمارهای مختلف پودر نانوایی بر روی دانسیته جسمی کیک.....۵۷
شکل ۴-۱۲- تأثیر تیمارهای مختلف پودر نانوایی بر روی تخلخل کیک.....۵۹
شکل ۴-۱۳- تأثیر تیمارهای مختلف پودر نانوایی بر روی تقارن کیک.....۶۰
شکل ۴-۱۴- تأثیر تیمارهای مختلف پودر نانوایی بر روی یکنواختی کیک.....۶۱
شکل ۴-۱۵- تأثیر تیمارهای مختلف پودر نانوایی بر روی ارتفاع تاج کیک.....۶۲


فصل اول
کلیات

۱-۱- مقدمه

محصولات نانوایی برای رسیدن به کیفیت بالا (تخلخل مناسب) به هوادهی مناسب نیازمندند. به منظور هوادهی محصولات صنایع پخت، اغلب از موادی که گاز دی‌اکسیدکربن آزاد می‌کنند، استفاده می‌شود [۱]. در حجم‌دهی شیمیایی مواد شیمیایی به کمک گرما، رطوبت یا اسید تولید گاز کرده و خمیر را هوادهی می‌کنند [۲و۳]. پودر نانوایی (بیکینگ‌پودر) مهمترین ماده‌ی حجم‌دهنده شیمیایی است که موجب آماده سازی بهتر خمیر و پوکی و تخلخل محصول می‌شود [۴]. انواع مختلف پودرهای نانوایی اصولاً حاوی بیکربنات سدیم، یک یا چند اسید یا نمک اسیدی و نشاسته خشک شده یا پرکننده دیگر می‌باشد [۳]. با توجه به اهمیت پودر نانوایی در محصولات صنایع پخت در این تحقیق قدرت تولید گاز و خواص عملکردی پودرهای نانوایی مورد استفاده در ایران توسط روش‌های سریع حجم سنجی آزمایشگاهی (دستگاه چیتیک و فشار سنج) مورد آزمون قرار گرفت و میزان همبستگی این روش‌های آزمایشگاهی با روش ارزیابی حجم کیک بررسی شد.

۱-۲- تاریخچه

غذا و محصولات نانوایی که برای ظاهر، بافت و مزه‌شان به سیستم‌های حجم‌دهنده شیمیایی وابسته هستند پیشرفت‌های نسبتاً جدیدی در تولید محصولات غله‌ای به شمار می‌روند. در حالی‌که محصولات هوادهی شده با مخمر بیش از ۴۰۰۰ سال انسان‌ها را تغذیه نموده‌اند [۵]. تاریخچه‌ی مواد حجم‌دهنده شیمیایی به ۱۵۰ سال قبل برمی‌گردد. در آغاز قرن نوزدهم در تأمین و تولید غلات کمبود رخ داد. از آنجا که فرآیند تخمیر با استفاده از مخمر نیز باعث از دست رفتن کربوهیدرات ها تا ۳ درصد می‌شود، این قابل تحمل نبود و یکی می‌بایست ایده‌ای داشت. اولین کسی که از پس این مسئله برآمد شیمی‌دان جاستوس فون لیبیگ[1] (۱۸۷۳-۱۸۰۳) بود. او سعی‌کرد تا نان‌ها را به صورت شیمیایی با بیکربنات سدیم و اسید هیدروکلریک حجم‌دهی کند. این ایده را هورسفورد و لیبیگ[2] (۱۸۵۶) بیش‌تر

[1] Justus von Liebig
[2] Horsford and Liebig

بیش‌تر توسعه دادند. آن‌ها برای آزاد کردن دی‌اکسیدکربن از بیکربنات سدیم، استفاده از مونوکلسیم‌فسفات را پیشنهادکردند. این فسفات، در مقایسه با اسیدهیدروکلریک که بسیار خطرناک است، مورد تأید قرار گرفت که برای کارکردن بسیار آسان‌تر و ایمن‌تر است [۱]. در سال ۱۸۸۵ سدیم آلومینیوم سولفات برای ساخت پودر نانوایی مورد استفاده قرار گرفت [۶].

دکتر اگوست اوتکر[1] (۱۸۹۳) یک پودر نانوایی حاوی کرم تاتار مناسب را، برای نیازهای آن زمان توسعه داد. تقاضا به سرعت رشد کرد و او تصمیم گرفت، برای اولین بار پودر نانوایی به صورت صنعتی تولیدشده را به بازار عرضه‌کند، که ®Backin نامیده شد. سی. اچ. بوهرینگر[2] (۱۸۹۵) در اینگلهم بیکینگ پودر حاوی کرم تارتار را اختراع کرد. امروزه همچنین این پودر نانوایی حاوی سدیم اسیدپیروفسفات است و تحت نام ®Boeson به عنوان پودر نانوایی برای استفاده‌های صنعتی توزیع می‌شود. در طی ۵۰ سال اخیر توسعه‌ی فسفات‌ها برای استفاده به عنوان مواد حجم‌دهنده هم‌چنان ادامه پیدا کرده است [۱].

۱-۳- کلیات

هوادهی نه تنها باعث می‌شود محصول پخته‌شده ظاهر مناسبی پیداکند، بلکه در بافت دهی محصول نقش دارد و همچنین با گسترش سطح محصول به هضم آن کمک می کند [۷].

هوادهی یا ایجاد حجم در فرآورده‌های حاصل از گندم‌های نرم (کیک، بیسکویت، کراکر) به سه روش صورت می‌گیرد [۱، ۲، ۸]:

۱. هوادهی مکانیکی: در اثر عملیات مکانیکی انجام گرفته در طول مرحله مخلوط‌کردن خمیر حباب‌های ریز هوا وارد فاز چربی شده و در آن توزیع می‌گردند این مورد بیشتر در تهیه خمیرهای کیک آن هم به روش کرم‌کردن حائز اهمیت است. حباب های ریز هوا به عنوان هسته یا مرکز تجمع گاز در جریان آزادشدن گاز CO_2 حاصل از مواد حجم‌دهنده شیمیایی عمل کرده، به توزیع بهتر گاز در بافت محصول و بهبود حجم آن کمک می‌کنند.

[1] August Oetker
[2] C.H.Boehringer

۲. هوادهی فیزیکی: بخار آب ایجاد شده در جریان حرارت دادن در طی مرحله پخت به افزایش حجم محصول کمک می‌کند بدین ترتیب که افزایش حرارت در طول مرحله پخت باعث تبخیر آب و انبساط گازهای موجود در سلول‌های هوا که در بافت خمیر پراکنده شده‌اند، می‌شود و فشار بخار ایجاد شده در افزایش حجم محصول مؤثر است.

۳. هوادهی شیمیایی: این روش در واقع روش اصلی هوادهی خمیر کیک می‌باشد که با استفاده از مواد شیمیایی که تحت عنوان پودر نانوایی معروف هستند، صورت می‌گیرد. از دیگر مواد شیمیایی مورد استفاده می‌توان بیکربنات سدیم، نمک‌های آمونیوم (کربنات و بیکربنات آمونیوم) را نام برد که در فرمولاسیون برخی فروارده ها نظیر کراکر، بیسکویت و ویفر به تنهایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مواد حجم‌دهنده شیمیایی بیشتر در محصولات ظریف صنایع پخت و قنادی به کار می‌روند، یعنی در محصولاتی که میکروارگانیسم‌ها به تنهایی نمی‌توانند خمیر را به اندازه کافی و لازم، هوادهی و متخلخل کنند. به کمک این حجم‌دهنده‌ها می‌توان خمیر را سریع‌تر تهیه و آماده کرد (بدون آن که خمیر در فرآیند آماده‌سازی وزن خود را از دست بدهد) [۴] . کربنات آمونیوم و بیکربنات آمونیوم (حجم‌دهنده–ABC) در حالت عمومی در صنعت فرآورده‌های غله‌ای با رطوبت پایین به‌خصوص بیسکویت‌ها و کراکرها استفاده می‌شود [۸]. بیکربنات آمونیوم وقتی حل شده و حرارت داده می شود طبق واکنش (۱) به آمونیاک، دی‌اکسیدکربن و آب تجزیه می‌شود که هر سه، عامل حجم‌دهی در محصولات نانوایی است [۳، ۶].

$$NH_4HCO_3 \rightarrow NH_3 + CO_2 + H_2O \quad (۱)$$

اصطلاح «ول»[1] که به ماده بیکربنات آمونیوم اطلاق می‌شود، از کلمه Volatile Salt گرفته شده که به معنی نمک فرار می‌باشد. زیرا این نمک در اثر حرارت کاملاً تجزیه‌شده و فرار می‌گردد [۲، ۸]. استفاده از ترکیبات آمونیوم به‌عنوان افزودنی‌های غذایی مشروط شده است. به طوری‌که شرایط پخت باید مطمئن

[1] Vol

باشد و ماکزیمم فقط ۱ گرم نیتروژن آمونیاک به ازای هر کیلوگرم ماده خشک در محصولات پخته شده باقی بماند. اگر محصولات پخته‌شده با حجم بالا و محتوای رطوبت بالا در مغز تولیدشود، گاز آمونیاک در خمیر حل شده و به مقدار زیادی باقی‌خواهد ماند و باعث بد طعمی و ضرر به سلامت مصرف کننده می‌شود. به علاوه، این قبیل محصولات ویژگی‌های طعم و عطر و بو منفی را نشان می‌دهد [۱].

بیکربنات سدیم ماده اصلی آزاد کننده دی‌اکسیدکربن برای فرآیندهای حجم‌دهی شیمیایی در محصولات نانوایی است [۴، ۸]. این ترکیب معایبی نیز دارد از جمله اینکه در درجه حرارت‌های معمولی سریع‌تر واکنش داده و کنترل تولید گاز آن مشکل است [۲]. هنگامی که این ماده حل‌شده و حرارت داده می‌شود طبق واکنش (۲) تجزیه می‌شود

$$4NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3.2NaHCO_3 + CO_2 + H_2O \quad (۲)$$

محصولات نانوایی ساخته شده از چنین Batter و خمیرها نه تنها قلیایت بالایی خواهد داشت بلکه به مقدار کمی نیز مزه صابونی دارد [۱]. هنگام پختن بیکربنات سدیم برای زمان طولانی، طبق واکنش (۳) به طور کامل به کربنات تبدیل می‌شود [۵، ۸].

$$NaHCO_3 \xrightarrow{\text{گرما}} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \quad (۳)$$

اگر چه بیکربنات سدیم هنوز ماده سنتی آزاد کننده دی‌اکسیدکربن برای فرآیندهای حجم‌دهی شیمیایی در محصولات نانوایی است، پودرهای نانوایی مهمترین مواد حجم‌دهنده شیمیایی هستند که به طور عمده برای حجم‌دهی در محصولات صنایع پخت استفاده می‌شوند. ترکیبی از یک حامل دی‌اکسیدکربن، اسید حجم‌دهنده و یک جاذب رطوبت هستند. این ترکیبات دی‌اکسیدکربن را در فرآیند تهیه خمیر و پخت آزاد می‌کنند [۱].

ویژگی‌های پودر نانوایی مناسب طبق استاندارد ملی ایران عبارتند از [۹]:

- به صورت پودریکنواخت، بدون کلوخه و عاری از هر نوع آلودگی اعم از گرد و خاک، مواد خارجی، حشرات و باقی‌مانده آنها باشد.

از دیگر ویژگی‌های پودر نانوایی:

- حداکثر رطوبت ۳/۵ درصد
- حداکثرخاکستر نامحلول در اسید ۰۵/ درصد
- حداقل CO_2 قابل استفاده ۱۲٪ وزن پودر نانوایی
- حداکثر CO_2 باقی‌مانده ۰/۳ درصد وزن پودر نانوایی
- حداکثر سرب ۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم
- حداکثر آرسنیک ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- ترکیبات تشکیل‌دهنده پودرهای نانوایی

۲-۱-۱- حامل دی‌اکسیدکربن

دی‌اکسیدکربن برای حجم‌دهی محصولات نانوایی ضروری است. برای فرآیندهای حجم‌دهی شیمیایی حامل‌های دی‌اکسیدکربن به عنوان منبع گاز حجم‌دهنده استفاده می‌شود. ترکیباتی که در ذیل ذکر می‌شود برای استفاده به عنوان حامل‌های دی‌اکسیدکربن مجاز است.

۲-۱-۱-۱- بیکربنات سدیم ($NHCO_3$)

در بیشتر پودرهای نانوایی به عنوان حامل دی‌اکسیدکربن استفاده می‌شود. به دلیل قیمت پایین، عدم سمیت، سهولت کاربرد و عدم بر جای گذاشتن رسوبات بد طعم پس از واکنش، خلوص تجارتی بالا و وجود آن به صورت اشکال مختلفی همچون پودر روان، پودر تصفیه شده استاندارد و نوع گرانوله یا دانه‌ای که از لحاظ اندازه ذرات با همدیگر متفاوت می‌باشند نسبت به سایر ترکیبات حجم‌دهنده ترجیح داده می‌شود [۱، ۲، ۱۰]. واکنش عمومی آن با اسیدهای حجم‌دهنده به صورت زیر است [۵، ۸]:

$$HX + NaHCO_3 \xrightarrow[\text{گرما}]{\text{رطوبت}} NaX + H_2O + CO_2$$

پر اهمیّت‌ترین ویژگی بیکربنات سدیم برای استفاده در تولید محصولات نانوایی نرمی آن می‌باشد. زیرا این ماده فقط به میزان کمی محلول در آب است و ذرات بزرگتر (بالای ۰/۱۵) تا حدودی می‌تواند در خمیر باقی بماند که تغییرات رنگ در مغز محصولات پخته شده را باعث می‌شود. ذرات بزرگتر به سرعت حل نمی‌شود و نمی‌تواند با مواد حجم‌دهنده اسیدی واکنش دهد. و در طول فاز پختن، به کربنات سدیم تبدیل می‌شود که تغییرات رنگ در محصولات پخته شده را باعث می‌شود [۱، ۸].

۲-۱-۱-۲- بیکربنات پتاسیم ($KHCO_3$)

واکنش شیمیایی مشابه بیکربنات سدیم دارد. اما در مقایسه با بیکربنات سدیم بسیار گران‌تر است، مقادیر بیشتری از آن مورد نیازاست و مقداری مزه تلخ در محصول ایجاد می‌کند که کاربرد آن را محدود می‌سازد.