

تمپرینگ گوشت با استفاده از مایکروویو

● بهجت تاج‌الدین، کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات مهندسی زراعی

چکیده

بعد از جنگ دوم جهانی، روش مایکروویو به صنایع غذایی راه یافت و اگر چه استفاده عمومی از آن در صنعت معمول نشده است ولی در فرآیندهای نظیر خشک کردن، رفع انجماد و پخت اهمیت زیادی دارد. در این مقاله، با بیان برخی نکات اساسی در ارتباط با انرژی مایکروویو عمدتاً رفع انجماد فرآورده‌های گوشتی بوسیله مایکروویو تشریح شده است. این عمل با موفقیت در مورد گوشت‌های منجمد، ماهی، طیور و فرآورده‌های گوشتی بکار می‌رود. در رفع انجماد بوسیله مایکروویو حرارت‌دهی خیلی سریع انجام می‌گیرد و در واقع برخلاف سایر روش‌های معمول، حرارت‌دهی فقط در سطح ماده غذایی نیست بلکه بسته به فرکانس و ضخامت ماده غذایی به عمق آن نفوذ می‌کند. بدین ترتیب از مشکلاتی نظیر اتلاف زمان، چکه کردن، آلودگی ثانویه، اشغال فضای بیشتر، آلوده شدن محیط و غیره جلوگیری شده و محصولی با کیفیت بهتر از نظر مزه، بافت و ارزش غذایی بدست می‌آید.

مقدمه و تاریخچه

قریب ۵۰ سال از ایده حرارت‌دهی مایکروویو برای غذاها می‌گذرد، طوریکه دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ را سالهای شکوفایی مایکروویوهای صنعتی نامیده‌اند. مایکروویو سیستم نسبتاً جدید و کاملی است که کاربردهای فراوانی در صنایع غذایی پیدا کرده و تحقیقات گسترده‌ای در مورد کاربرد انرژی آن برای فرآیندهای غذایی مختلف انجام شده است.

یکی از مهمترین کاربردهای تکنولوژی مایکروویو، تمپرینگ^۱ غذاهای منجمد است که در حال حاضر چند صد واحد فعال در سرتاسر دنیا وجود دارد. تمپرینگ فرآیندی است که طی آن مواد یخ زده از دمای انجمادی که در آن نگهداری شده‌اند به دمایی بالاتر که زیر نقطه انجماد آب است رسانده می‌شود. در این دما، غذا هنوز سفت است و به راحتی فرآیندهای دیگر روی آن انجام می‌شود. اولین دستگاههای تمپرینگ مایکروویو در اوایل سال ۱۹۷۰ ساخته شد. اغلب واحدهای فعال تمپرینگ مایکروویو در آمریکا می‌باشد و کشورهای چون انگلستان، هلند، نروژ، فرانسه، ژاپن، نیوزلند، استرالیا، آلمان و آفریقای جنوبی نیز از آن استفاده می‌کنند.

خصوصیات و تنوری مایکروویو

مایکروویوها بخشی از امواج الکترومغناطیس با فرکانس بین ۳۰۰ MHz تا ۳۰۰ GHz هستند. انرژی مایکروویو شبیه انرژی است که باعث انتقال امواج رادیو و تلویزیون شده و در ضمن هدایت علامت راداری نیز مشابه امواج مایکروویو است (۹). امواج مایکروویو مانند نور، در خط مستقیم حرکت می‌کنند. این امواج از یک منبعی ساطع می‌شوند و توسط اجسام مختلف جذب، منتقل و یا منعکس می‌گردند. در اثر برخورد با فلزات این امواج منعکس شده و از هوا، اغلب شیشه‌ها، کاغذ، مواد پلاستیکی و بعضی از مواد بسته‌بندی پلیمر عبور می‌کنند و بوسیله تعداد زیادی از ترکیبات مواد غذایی مثل آب، جذب می‌شوند. پس از جذب توسط غذا به گرما تبدیل می‌گردند. این امواج اگر انعکاس یابند گرمایی ایجاد نمی‌کنند و فقط به میزانی که جذب مواد غذایی می‌شوند، آن را گرم می‌کنند. میزان جذب را با فاکتور

اتلاف^۲ یا زاویه اتلاف نشان می‌دهند (۱، ۵، ۶). پس از جذب انرژی مایکروویو و تبدیل آن به انرژی حرارتی، حرارت توسط فرآیندهای جابجایی و هدایت به تمام قسمتهای مواد غذایی منتقل می‌شود. مکانیسم تولید حرارت بوسیله مایکروویو عمدتاً بر اساس پلاریزاسیون یونی و چرخش دو قطبی هاست.

تعریف تمپرینگ

واژه تمپرینگ معمولاً برای بیان حرارت کنترل شده یک ماده بکار می‌رود تا خواص فیزیکی را که امکان فرآیندهای بعدی را فراهم می‌کند، ایجاد نماید. در صنایع غذایی، تمپرینگ شامل حرارت دادن مواد منجمد است تا حدی که شرایط رفع انجماد جزئی برای فرآیند بعدی ایجاد شود (۳). بنابراین تمپرینگ گوشت عبارت است از بالا بردن درجه حرارت قطعات گوشت به صورت یکنواخت از حالت انجماد تا یک دمای نهایی حدود ۱/۴- تا ۳^۵-.

هدف از این کار، تنظیم درصد نسبی رطوبت قسمتهای منجمد و غیر منجمد بمنظور بهینه سازی ویژگیهای مکانیکی قطعه گوشت برای عملیات مکانیکی بعدی است (۸). در این مرحله غذا هنوز سفت بوده و می‌توان عملیاتی چون ورقه، خرد، یا چرخ کردن را بر روی آن انجام داد (۱۱). در این جا بد نیست به واژه تاوینگ^۳ نیز اشاره شود. این لغت برای رفع انجماد کامل ماده غذایی بکار می‌رود که در این حالت درجه حرارت بالاتر از نقطه انجماد بوده و کاملاً یخ موجود در مواد غذایی ذوب می‌شود. تمام کارخانه‌ها و مراکزی که از گوشت منجمد استفاده می‌کنند همواره بدنال روش مناسب رفع انجماد هستند. چنانچه عمل رفع انجماد یا تمپرینگ با دقت انجام نشود، کیفیت محصول کاهش خواهد یافت.

روشهای مختلف رفع انجماد گوشت

روشهای متنوعی برای رفع انجماد گوشت وجود دارد که عبارتند از:

الف - رفع انجماد بوسیله گرمادهی خارجی

در این روش گرمای مورد نیاز برای عمل رفع انجماد از سطح محصول به داخل نفوذ می‌کند.

سرعت رفع انجماد در این حالت به عوامل متعددی از جمله ماهیت و جنس محیطی که انجماد زدایی در آن صورت می‌گیرد، ضخامت محصول، گرمای ویژه و هدایت حرارتی محصول، اختلاف دمای بین محصول و محیط و ... بستگی دارد. با استفاده از جریان هوای گرم، تحت خلا و فشار کم، تماس با صفحات گرم‌کننده و غیره می‌توان عملیات رفع انجماد را انجام داد. به دلیل اینکه هدایت حرارتی محصول ذوب شده خیلی کمتر از محصول منجمد است، انتقال حرارت تدریجی بوده و رفع انجماد به مرور کندتر می‌شود (۲).

ب - رفع انجماد بوسیله گرمادهی داخلی

در این روش گرمای مورد لزوم برای ذوب یخ، از قسمت داخلی ماده غذایی در آن انتشار می‌یابد. رفع انجماد با استفاده از جریان الکتريسته و امواج مایکروویو از جمله روشهای انجماد زدایی در این حالت هستند (۲). با استفاده از امواج مایکروویو، رفع انجماد بسیار سریع بوده و در نتیجه فعالیت میکروبی و عمل چکه کردن (خروج خونابه) به حداقل می‌رسد.

در صورتیکه مسائیل مهندسی دستگاههای مایکروویو به دقت طراحی نگردد به چشم و سایر بافت‌های بدن انسان صدمه وارد می‌کند. اگر امواج مایکروویو در داخل دستگاه مهار گردد و به بیرون نفوذ نکند، خطرناک نخواهد بود و وقتی در آون مایکروویو باز شود بطور اتوماتیک جریان مایکروویو قطع می‌گردد.

تمپرینگ گوشت با استفاده از مایکروویو

یکی از کاربردهای وسیع و معمول مایکروویو، تمپرینگ مواد منجمد است که در طی آن درجه حرارت از حدود (۲۰-) به (۳-) درجه سانتیگراد می‌رسد. این روش بطور گسترده‌ای برای فرآورده‌های گوشتی بکار می‌رود (۵). در تمپرینگ با مایکروویو معمولاً گوشت منجمد به صورت بسته‌بندی شده در کارتن است.

با عبور امواج مایکروویو از کارتن و نفوذ به عمق یخ، بسرعت گوشت در سرتاسر جرمش حرارت می‌بیند. در استفاده از انرژی مایکروویو برای تمپرینگ فرآورده‌های گوشتی زمان و انرژی لازم برای افزایش دمای گوشت در مقایسه با روشهای متداول، کاهش می‌یابد. باید توجه کرد که عمق نفوذ انرژی مایکروویو به

نتیجه و جمع بندی

حرارت دهی مایکروویو روش سریع و راحتی است برای برطرف کردن محدودیتهایی که روشهای معمولی تمپرینگ مواد غذایی دارند.

علیرغم مشکلات مربوط به مایکروویو از جمله سیستم پرهزینه و گران آن، تمپرینگ با مایکروویو روش سودمند و با ارزشی است که می تواند وارد صنایع آلودگی محیط زیست، عدم رعایت مسایل بهداشتی، چکه کردن و ... را که ناشی از روشهای سنتی تمپرینگ هستند، نخواهیم داشت.

از تمپرینگ مایکروویو می توان در موارد زیادی که با گوشت و فرآوردههای گوشتی سروکار داریم مثل کلیه کارخانه های فرآورده گوشتی، رستورانها و آشپزخانه های مراکز بزرگ (ارتش، دانشگاهها، ...)، شرکت هواپیمایی و غیره استفاده کرد.

پاورقی ها

1- Tempering 2- Loss Factor 3- Thawing 4- Industrial, Scientific and Medical

۵- گوشتی که عملیات تمپرینگ بر روی آن انجام شده است.

منابع مورد استفاده

- ۱- پاتر، ان؛ علم مواد غذایی؛ ترجمه مسعود فلاحي؛ ج ۱؛ مشهد: ۱۳۴۸، ص ۳۲۹-۳۸۶.
- ۲- فرج زاده، داود؛ تأثیر روشهای مختلف رفع انجماد بر بار میکروبی در لاشه های منجمد گاو؛ پایان نامه دوره فوق لیسانس صنایع غذایی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۰.
- 3- Anon; 1982; Big benefits in microwave cooking; Food engineering international; 7 (6),61-63.
- 4- Aronowicz, Jak; 1975 In-line microwave tempering upgrades of sliced meats; Food processing; 36 (12),54-55.
- 5- Fellows, P.J. ;1990 Food processing technology; 343-350.
- 6- James, Giese; 1992, Advances in microwave food processing; Food technology; 46(9),118-123.
- 7- Mandiog, R.W, & T.J.Janssen; 1982, Energy efficient cooking systems for muscle foods; Food technology; 36(4),128-133.
- 8- Martin,s. 1978, Making the microwave oven all- purpose would lead to wider frozen food use; Quick frozen foods; 40(9),55-57
- 9- Owusu - An sah, Y.J.; 1991, Advances in microwave dring of foods and Food ingredients; Can. Inst. food Sci. technol. J. 24(3/4),102-107.
- 10- Rosenbey, Ute, & Werner Bogel; 1987, Microwave thawing, dring and baking in the food industry; Food technology; 1987,41(6),85-89.
- 11- Steele, R.J.; 1987, Microwave in the food industry; CSIRO food res.; 1987,47,73-78.

حرارت به خوبی کنترل نشود نتایج نامطلوبی (که از نظر اقتصادی برای فرآیند نامناسب است) بدست خواهد آمد (جدول ۲).

مزایای استفاده از تمپرینگ مایکروویو

استفاده از مایکروویو در تمپرینگ (در مقایسه با روشهای دیگر) مزایای عمده ای دارد که عبارتند از: - افزایش سرعت فرآیند (چند دقیقه به جای چند روز) - کنترل بیشتر و در نتیجه بهبود کیفیت محصول - انعطاف پذیر بودن فرآیند

- به حداقل رسیدن کاهش پروتئین های محلول در آب از طریق چکه کردن و در نتیجه بهبود کیفیت خوراکی - به حداقل رسیدن رشد و تکثیر باکتریها و دیگر عوامل آلودگی و فساد - نیاز به فضای کمتر

- تمیز کردن آسان سیستمهای تمپرینگ با مایکروویو - توانایی انجام فرآیند بدون خارج کردن ماده غذایی از بسته بندی که با تسهیل عملیات حمل و نقل و کاهش خطرات بهداشتی به ارزش فرآیند افزوده می شود. - آمارگیری از محصولات آسان شده و به حداقل زمان می رسد.

- کاهش یا حذف اشتباهات احتمالی در سیستم انبارداری.

در سیستمهای انبارداری با روش سنتی برای تولید روزهای آینده، لازم است گوشت از قبل تهیه شده و مدتی هم بماند ولی در روش مایکروویو این مشکل وجود نداشته و گوشت همانروز به مصرف می رسد (۴۵). - میزان اسیدیته گوشت نرم شده همانند گوشت تازه است (۱۰).

فرکانس، درجه حرارت، خواص دی الکتریک مواد از جمله ثابت دی الکتریک، فاکتور اتلاف و میزان رطوبت بستگی دارد.

جدول ۱، خواص دی الکتریک برخی از مواد غذایی را نشان می دهد.

برای کاربردهای صنعتی، علمی و دارویی^۴ (ISM)، فرکانسهای ویژه ای بنام باندهای ISM معرفی شده اند که عبارتند از ۹۱۵ MHz در بعضی از کشورهای اروپایی)، ۲۴۵۰ MHz، ۵۸۰۰ و ۲۴۱۲۵ MHz (۹). اکثر واحدهای تمپرینگ در ۹۱۵ MHz بعلت نفوذ بهتر مایکروویو در این فرکانس و سطح توان ۲۵ تا ۴۰ کیلووات کار می کنند.

البته بعضی از واحدهای تمپرینگ مایکروویو در ۲۴۵۰ MHz عمل می کنند.

بطور کلی فرکانس پائینتر برای تمپرینگ مناسب است زیرا در این صورت امواج مایکروویو می توانند تا عمق بیش از ۲۰ سانتی متر نیز نفوذ کنند. هنگامیکه حداکثر عمق نفوذ ۱۰ سانتی متر باشد فرکانس ۲۴۵۰ MHz بکار می رود (۱۱،۱۰،۶).

سیستمهای تمپرینگ می توانند به صورت مداوم یا غیر مداوم عمل کنند.

کاربردهای گوشت منجمد نرم شده با مایکروویو

گوشت منجمد نرم شده با مایکروویو در فرآیندهای متعددی از جمله تهیه همبرگر، چرخ کردن، تهیه گوشتهای با پروتئین کنترل شده، تهیه کنسرو، سوسیس و کالباس، استخوان گیری مکانیکی گوشت و غیره استفاده می شود. اگر در فرآیند تمپرینگ درجه

جدول ۱- خواص دی الکتریک بعضی از مواد غذایی

نوع غذا	درجه حرارت	میزان رطوبت (%)	فرکانس (MHz)	ثابت دی الکتریک	فاکتور اتلاف
گوشت گاو	۲۵	—	۹۱۵	۶۲	۲۷
سیبزمینی	۲۵	—	۹۱۵	۶۱	۱۷
گوشت خوک	۲۵	—	۲۴۵۰	۶۵	۱۹
هویج	۲۵	—	۲۴۵۰	۶۴	۱۴
			۹۱۵	۵۹	۲۶
			۹۱۵	۵۸	۱۶
			۲۴۵۰	۷۳	۲۰
			۲۴۵۰	۷۲	۱۵

جدول ۲- آثار تمپرینگ فرآورده های گوشتی در دمای بالا یا پائین

فرآیند	اثر تمپرینگ در دمای پائین	اثر تمپرینگ در دمای بالا
ورقه کردن (slicing)	صدمه به دستگاه، خرد و آلوده شدن قطعات	قطعات غیر کامل (ریش ریش شدن)، خردشدگی زیاد، غیر یکنواختی لپه ها
خرد کردن (dicing)	صدمه به دستگاه، خردشدگی زیاد، قطعات شکسته	قطعات غیر کامل، خردشدگی زیاد
پرس کردن	صدمه به دستگاه، گوشت خرد شده، سطوح غیر یکنواخت، کاهش سطح	خارج شدن آب (خونابه)، سطوح غیر یکنواخت
چرخ کردن (grinding)	صدمه به دستگاه، خردشدگی زیاد، نرم شدن پس از پخت	خروج خونابه
کنترل دما در فرم دهنده کلوچه همبرگر	صدمه تجهیزات و دستگاهها، عدم کنترل وزن، شکل گیری ناقص، بسته نشدن کلوچه	عدم کنترل وزن، لپه های غیر یکنواخت کلوچه های چسبنده، اتلاف سرمادهی
کنترل دما در خمیر یا فارش سوسیس	استخراج پروتئین بصورت نامطلوب، مخلوط نامناسب، ظاهر آلوده	به هدر رفتن پروتئین، اتلاف سرمادهی