

آشنایی با فرآیند انجماد IQF

انجماد یکی از اصول نگهداری محصولات غذایی است که از دیرباز مورد توجه بشر اولیه بوده است. استفاده از یخچالهای طبیعی و نگهداری گوشت شکار و ماهی در داخل برف توسط اسکیموها، استفاده از مخلوط یخ و نمک برای ایجاد درجات پایین تر از یخ خالص، ابداع روش مکانیکی تولید سرما با استفاده از آمونیاک در سال ۱۸۷۵ میلادی و احداث سردخانه های صنعتی و عرضه گوشت قرمز و سفید به صورت منجمد در نیمه دوم قرن نوزدهم در آمریکا برای اولین بار و تحقیقات آقای Clarence Birdseye، منتهی به عرضه مواد منجمد آماده مصرف در حدود ۳۰ سال پیش گردید. روش های نوین انجماد نظیر IQF، هم اکنون روش های تکامل یافته انجماد می باشند که کاربرد فراوانی در صنایع غذایی و نگهداری محصولات غذایی دارند.

انجماد سریع

روشی که در آن دمای درونی محصول طی مدت کمتر از ۲ ساعت از منطقه بحرانی عبور مینماید در اصطلاح انجماد سریع گفته میشود. در این روش از طریق افزایش سرعت عبور هوای سرد از ورای محصولات غذایی (تونل انجماد)، حرارت به سرعت از محصول گرفته شده و محصول منجمد میگردد. قرار دادن محصول در تماس مستقیم یا غیرمستقیم با ماده سرمازا، مهمترین روشهای انجماد سریع محسوب میگردند.

چون ناحیه بحرانی فساد ناشی از دنا توره شدن پروتئینها، زیر دمای ۰ درجه سانتی گراد میباشد، در تعریف اولیه پیشنهاد شده در انگلستان در مورد انجماد سریع بیان شده است که باید دمای محصول غذایی در زمان کمتر از ۲ ساعت از ۰ درجه به ۵- درجه سانتی گراد برسد و این کاهش دما باید تا رسیدن به دمای نگهداری در سردخانه، یعنی ۳۰- درجه تداوم داشته باشد.

پیشنهاد کاهش دمای محصول غذایی در فریزر تا دمای موردنظر برای نگهداری از اهمیت خاصی برخوردار میباشد و در همه آئینهای کاری وضع شده برای انجماد سریع ذکر شده است. این دو شرط اصلی، یعنی انجماد سریع محصول و کاهش دما تا دمای نگهداری با یکدیگر مطابق و متناسب میباشد، چون اگر دستگاه منجمدکنندهای بتواند به انجماد سریع محصول بپردازد از طرف دیگر میتواند دمای محصول را تا دمای پیشنهاد شده برای نگهداری کاهش دهد.

در انجماد سریع سرما با سرعت در حدود ۳/۰ سانتیمتر در دقیقه یا سریعتر در داخل جسم محصول نفوذ میکند و به همین جهت کریستالهای یخ ایجاد شده در بافتهای محصول به مراتب کوچکتر از بلورهای یخ حاصل از انجماد به طریقه کند میباشد و از متلاشی شدن سلولها جلوگیری میگردد و نیز تغییرات چندانی را در ساختار سلولی سبب نمیشوند، البته ممکن است که از نظر کیفی بر محصول تأثیرات نامطلوبی هم داشته باشد. بعلاوه انجماد سریع ممکن است ایجاد آبدایی (Dehydration) نماید که این امر خود میتواند سبب تغییر ماهیت پروتئینها گردد.

انجماد سریع را میتوان در سه دسته طبقه بندی کرد:

۱- مجاورت مستقیم محصول با مایع منجمدکننده

۲- مجاورت غیرمستقیم محصول با مایع منجمدکننده

۳- انجماد به وسیله تونلهای مخصوص انجماد (جریان هوای سرد شدید)

ج- انجماد فوق سریع

در این روش که انجماد به وسیله گازهای سرمازای مایع (Cryogenic) صورت میگیرد، محصول را میتوان در مدت چند دقیقه منجمد نمود. غوطه‌ور کردن محصول در مواد سرمازا یا اسپری نمودن این مواد مثل: نیتروژن مایع، دیاکسیدکربن مایع، یا فرئون ۱۲، بر روی ماهی میتواند این محصول را در حداقل زمان منجمد نماید. حسن این روش حفظ کیفیت بافت و طعم محصول منجمد در حد محصول تازه است.

سیستمهای منجمدکننده

به طور کلی روش های متعددی برای منجمد کردن محصول وجود دارد که مهمترین آنها شامل:

۱- انجماد در هوای سرد (ساکن و متحرک)

۲- انجماد از طریق تماس غیر مستقیم با مواد سرمازا

۳- انجماد به وسیله غوطه‌وری در محیطهای سرمازا

انجماد با استفاده از هوای سرد ساکن

در این روش انتقال سرما از طریق هوا صورت میگیرد و محصول خیلی به آرامی منجمد میگردد زیرا برودت معمولاً ۱۰- درجه سانتی گراد تا ۳۰- درجه سانتی گراد میباشد و به دلیل آنکه سرعت انجماد در آنها کم است انجماد حاصل انجمادی کند خواهد بود. برای مثال، برای ماهی در دمای تبخیر ۲۱- تا ۲۹- درجه حدود ۱۴-۱۶ ساعت وقت لازم است تا بستههای فیله به ضخامت ۴/۶ سانتیمتر از دمای ۱۰+ به ۱۸- درجه برسند. البته در این روش میتوان از طریق تعبیه بادزن در داخل اتاق و ایجاد جریان درهوا، سرعت انجماد را افزایش داد، ولی باز هم در مقایسه با دیگر روشها سرعت انجماد بسیار کم است.

مزیت اصلی فریزرهای وزشی کاربرد چندجانبه آنها میباشد. بطوریکه این فریزر را میتوان جهت استفاده برای انواع محصولات دارای اشکال نامنظم هماهنگ نمود. در مجموع فریزر وزشی جهت انجماد طیف وسیعی از اشکال و اندازهها، بهترین انتخاب میباشد.

این گروتها به گونه ای طراحی شده اند که توان جذب نیروهای وارده و انتقال آنها به بخش زیرکار را داشته باشند.

انجماد با استفاده از هوای فشرده متحرک Air blast freezing

این سیستم در حال حاضر معمولیترین روش انجماد مواد غذایی میباشد زیرا هم سرعت انجماد زیاد است و هم برای انواع فرآوردهها در ابعاد و حجمهای مختلف قابل استفاده میباشد.

در این روش ماهی به صورت آویزان و یا در باکس پالتها در مسیر جریان هوای سرد متحرک ۴۰- درجه سانتی گراد با سرعت بین ۳۰ تا ۱۰۷۰ متر در دقیقه قرار میگردد به طوریکه سرعت یخ زدن افزایش یافته و در هر دقیقه سه میلیمتر از قطر بدن ماهی منجمد میگردد، بنابراین این سرعت جریان قادر خواهد بود محصول را در کوتاهترین زمان با کیفیتی مطلوب منجمد نماید. در این نوع سیستم انجماد قابلیت تغییر جهت و چرخش هوا این امکان را فراهم میسازد تا انواع فرآوردههای دریایی به خصوص ماهیان بزرگ از طریق تماس با هوا در تمامی سطوح مجاور، به سرعت گرما از دست بدهند.

سرعت انجماد در فریزرهای با هوای متحرک همواره تحت تأثیر متغیرهای بسیاری قرار دارد که در میان آنها سرعت جریان هوا از اهمیت بیشتری برخوردار است. افزایش سرعت هوا از طریق افزایش جابهجایی، و کاهش ضخامت لایه هوا در اطراف محصول سبب میگردد تا سرعت سردسازی افزایش یابد. به همین جهت با افزایش سرعت جریان هوا میتوان زمان انجماد را هم کاهش داد.

چنانچه ماهیها فاقد پوشش و بسته بندی مناسب باشند و یا رطوبت لازم در تونل موجود نباشد، سوختگی حاصل از سرما Freezer burn در سطوح ماهی ایجاد شده و کریستالهای کوچک به صورت برفک روی آن تشکیل میگردد ضمن اینکه مقداری از رطوبت ماهی تبخیر شده، کاهش و افت وزنی را به همراه خواهد داشت.

برای جلوگیری از بروز این تغییرات، زمان و رطوبت هوا در فریزر از جمله عواملی هستند که باید به دقت تحت کنترل قرار گیرند. در این رابطه کاهش اختلاف درجه حرارت بین محصول و محیط از جمله روشهایی است که میتواند تا حد زیادی از کاهش رطوبت جلوگیری نماید. برای این منظور معمولاً سرعت حرکت محصول در داخل فریزر را به صورتی تنظیم میکنند که محصول قبل از انتقال به قسمت سردتر، با قسمت قبلی تعادل دما پیدا کرده باشد. در نتیجه چون اختلاف فشار بخار آب در هر قسمت به حداقل رسیده و زمان رسیدن به تعادل دما نیز کوتاه میگردد، لذا کاهش رطوبت نیز به حداقل ممکن میرسد.

کاهش هرچه بیشتر دما در فریزر نیز روش دیگری است که در این زمینه میتواند مؤثر واقع گردد. زیرا هرچه هوا سردتر باشد رطوبت مطلق آن نیز در حالت اشباع کمتر خواهد بود. به همین جهت اگر دمای فریزر را مثلاً تا دمای ۳۰- درجه یا کمتر تقلیل دهیم، مقدار رطوبت لازم برای رسانیدن آن به درجه اشباع به حداقل رسیده و در نتیجه هنگام ورود محصول به فریزر مقدار کمتری رطوبت از آن گرفته میشود.

انجماد از طریق تماس غیر مستقیم با مواد سرمازا Plate freezing

انجماد در این روش از طریق تماس غیر مستقیم محصول با ماده سرمازا که در داخل صفحات فلزی توخالی جریان دارد انجام میگردد. در این حال از طریق فشاری که توسط صفحات فریزر به دو طرف محصول وارد میگردد، ضمن ایجاد تماس بیشتر و کاملتر، ضریب انتقال حرارت بین محصول و صفحات هرچه بیشتر افزایش مییابد. به طور کلی ۳۵٪ از ماهیها از این طریق منجمد میگرددند که بیشتر برای ماهیهای بستهبندی شده مانند فیله و استیک و میگوهای بسته بندی شده استفاده میشود.

علل اصلی ضعف عملکرد این روش انجماد، عدم تغییر مکان و انتقال محصول قبل از کامل شدن انجماد و نقص در نگهداری دستگاه و تماس نامناسب بین صفحات و محصول میباشد. عدم تماس کافی بین محصول و صفحات، منجر به کاهش سرعت انجماد خواهد گردید که جدا از مسئله کیفیت، مدت زمان انجماد را طولانی و کارایی دستگاه را کاهش میدهد.

عدم تماس بین محصول و صفحات ممکن است در حالات زیر اتفاق بیفتد:

- پر نشدن کامل کارتنها، به طوری که فضای خالی بین محصول و کارتن یا پوشش بوجود آید. از آنجائیکه این کارتنها از یک طرف سرد میشوند، لذا وجود هوا در داخل بسته یک لایه عایق بوجود آورده و از این راه زمان انجماد را تا سه برابر افزایش میدهد.

- وجود برفک روی سطح خارجی صفحات، رطوبت موجود در هوا به صورت برفک روی صفحات سرد متراکم میگردد.

این نوع فریزرها در دو شکل افقی Horizontal و عمودی Vertical ساخته میشوند:

فریزرهای صفحه ای افقی: فریزرهای صفحه‌های افقی دو کاربرد مهم دارند، یکی از این دو کاربرد انجماد کارتنهای از پیش بسته‌بندی شده ماهی مورد مصرف در خردفروشیها و دیگری انجماد بلوکهای یکنواخت و مکعبی شکل فیله معروف به بلوکهای لامینه، مورد استفاده در تهیه تک‌های ماهی میباشد.

در این روش، در طول انجماد حرارت مستقیماً از محصول بسته بندی شده به صفحات فریزر منتقل میشود و در نتیجه ضمن تقلیل تبخیر سطحی، حداکثر صرفه جویی در فضا ملحوظ میگردد. اگر بسته بندی محصول به خوبی انجام نشده باشد، میتواند به دلیل کاهش سرعت انجماد (انجماد کند) به کیفیت محصول آسیب هایی وارد نماید.