فرایندهای غشایی در صنعت غذا

امیرحسین کلایی – فاطمه خلیل پور

دانشجویان مهندسی ماشین های صنایع غذایی ، دانشگاه تهران – پردیس ابوریحان

پروژه‌ی دیگری که در درس عملیات واحد۱، مورد بررسی قرار گرفت فرایندهای غشایی در صنعت غذا بود که به بررسی آن می‌پردازیم.

فرایند های غشایی در صنعت غذا:

تغلیظ مواد غذایی مایع اساساً بر پایه حذف آب و کاهش وزن محصولات و مواد غذایی مایع می‌باشد. مهم‌ترین هدف تغلیظ، کاهش مواد مورد استفاده برای بسته بندی، انتقال، و ذخیره و نگهداریست. از دیگر موارد و اهداف این فرایند میتوان به نقشی که این فرایند درخشک کردن، و کریستاله کردن دارد، اشاره نمود که به منظور کاهش فعالیت میکروبی، فسادپذیری ماده و فعالیت آبی است. مهمترین این روش‌ها تبخیر و فرایند غشایی می‌باشد.

درفرایند تغلیظ، بسته به خصوصیات فیزیکی مواد غذایی مایع، روشی هم که برای تغلیظ به کار گرفته می‌شود، متفاوت است.

تقسیم بندی غشاها:

اگر جداسازی بر اساس اختلاف فشار باشد، به کمک روش‌هایی مانند میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس می‌توان جداسازی را انجام داد. روش‌هایی که بر پایه اختلاف غلظت هستند، شامل جداسازی گازی، غشای مایع و دیالیز می‌باشند.

در الکترودیالیز، اختلاف ولتاژ و در روش تقطیر غشایی نیز اختلاف دما به عنوان عامل جداسازی عمل می‌کند. بر اساس جنس غشا، غشاها به دو صورت عمده غشاهای بیولوژیکی طبیعی و غشاهای سنتزی هستند که غشاهای سنتزی شامل غشاهای پلیمری، سرامیکی، فلزی و مایع می‌باشند.

از جمله غشاهای پلیمری می‌توان به غشاهای ساخته شده از جنس پلی‌پروپیلن، تفلون، پلی‌آمید، پلی امید و پلی سولفون اشاره کرد. تخلخل بالا یکی از ویژگی‌های مهم در غشاهای پلیمری است. غشاهای پلیمری در بازیافت هیدروکربن‌ها و گازهایی به کار می‌روند که در فرایندهای مربوطه وارد اتمسفر شده و یا سوزانده می‌شوند، بنابراین از نظر کاهش آلاینده‌های محیطی می‌توانند بسیار با ارزش باشند. غشاهای پلیمری که قابلیت عبور ذرات بزرگتر مانند هیدروکربن‌های سنگین گازی را در مقایسه با ذرات کوچکتر مانند متان و ازت دارند، به صورت پیوسته تهیه می‌شوند. قابلیت انتخاب پذیری معکوس و عبوردهی بالای این غشاها، مزیت بسیار مهمی است که در کاربردهایی مانند خالص سازی گاز طبیعی که بخش عمده آن را متان تشکیل می‌دهد، نیاز به تقویت فشار مجدد گاز خالص شده را، برطرف می‌کند که این گازها به غشاهایی با مجموعه خواص مطلوب شامل شار عبوری بالا، انتخاب پذیری بالا و پایداری شیمیایی، مکانیکی و حرارتی مناسب، نیاز دارند و به دنبال آن محققین را به سمت توسعه غشاهای هیبریدی نانوکامتوزیتی شامل مواد معدنی پخش شده در ماتریس پلیمری سوق داده است.

غشاء فازی است بین دو فاز دیگر،که انتقال جرم بین آن‌ها را کنترل می‌کند.

میکرو فیلتراسیون:

غشاهای مورد استفاده در میکروفیلتراسیون، دارای ساختار متخلخل با اندازه‌ی منافذ تقریبا ۰٫۱میکرومترتا چند میکرومتر می‌باشد.

نمایش اجزای شیر در مقابل قطر آن‌ها در مقیاس لگاریتم نشان داده می‌شود که استفاده از این غشاها برای احتباس جداسازی انواع مختلف اجزای شیر مانند میسل‌های کازئین، گویچه‌های چربی ،سلول‌های سوماتیک و ذرات سنگدانه‌ها به صورت طبیعی است. به عنوان مثال میکروفیلتراسیون، امکان جداسازی باکتری‌ها را برای شیر بدون چربی فراهم می‌کند به شرطی که چربی قبلاً از بین رفته باشد؛ زیرا توزیع اندازه‌ی گلوله های چربی مشابه باکتری هاست.این فناوری هم چنین به ویژه برای جداسازی میسل‌های کازئین از پروتئین‌های محلول سازگار است، به شرطی که شیر تحت عملیات حرارتی قرار نگیرد؛ زیرا دناتوراسیون گرمای پروتئین‌های محلول منجر به تجمع و تغییر اندازه می‌گردد. در صنایع لبنی امروزه غشاءهای سرامیکی با شکل لوله هستند. با استفاده از این نوع غشاء، سرعت عبور عرضی یا تنش برشی دیواری به طور کلاسیک زیاد و فشار غشایی کم است. سرعت زیاد عبور جریان برای فرسایش ذرات انباشته شده در سطح غشاء مورد نیاز می‌باشد؛ اما منجر به افت فشار زیاد در محفظه‌ی نگهداری می شود. به طور همزمان باید فشار غشایی کم شود تا بتواند در منطقه‌ای که وابسته به فشار است و آن را برای تولید می‌پسندیم عمل کند. دشواری در سیستم‌های میکروفیلتراسیون در جداسازی عملیاتی در منطقه‌ی وابسته به افت فشار نگهدارنده‌ی بالا که ناشی از سرعت جریان تقاطع نیز می‌تواند باشد. افت فشار با احتباس زیاد منجر به ناهمگنی زیاد رسوب می‌شود و با فشار کم غشاء و همگن، در طول مسیر فیلتر ناسازگار است. برای غلبه بر این پدیده و امکان انجام میکرو فیلتراسیون با سرعت جریان متقاطع همزمان و فشار پایین غشایی، تجهیزات خاصی تولید شده است. درافت فشار، نفوذ منجر به فشار ثابت غشایی می‌شود که خود را به یک جریان ثابت از طریق غشاء می رساند. بدیهی است که این سیستم نیاز به پمپ اضافی در قسمت نفوذ دارد. گزینه‌ی دیگر استفاده از غشای خاص است. هدف از این کار ایجاد یک غشای ناهمگن ،داشتن مقاومت هیدرولیکی بالاتر در ورودی غشاء، که فشار محلی از غشاء زیاد است و مقاومت کم در خروجی غشاء می‌باشد. این مفهوم غشایی امکان دستیابی به عملکرد فیلتراسیون همگن در طول غشاء را بدون حلقه‌ی گردش نفوذ فراهم می‌کند، بنابراین از سرمایه گذاری اضافی و هزینه‌های ناشی از پمپ نفوذ، جلوگیری می‌شود.

کاربرد میکروفیلتراسیون:

کاربرد میکروفیلتراسیون، حذف باکتری‌ها از شیر و

جداسازی انتخابی میسل‌های کازئین از پروتئین‌های محلول

می‌باشد. مساحت میکروفیلتراسیون را می‌توان به ۱۵۰۰۰مترمربع تخمین زد.

اولترا فیلتراسیون:

فرایند اولترافیلتراسیون به دلیل مزایایی که نسبت به فرایندهای جداسازی متداول مانند درمان ملایم محصول، انتخاب زیاد و مصرف انرژی کمتردارد، طی ۲۰سال گذشته به طور گسترده در صنایع فراوری مواد غذایی اعمال شده است. اولترا فیلتراسیون به عنوان ابزاری برای جداسازی و تمرکز، به یک ماده‌ی اساسی در فناوری غذا تبدیل می‌شود. با این حال، رسوب دهی غشایی فواید اولترا فیلتراسیون را به خطر می‌اندازد؛ زیرا رسوب کردن به طور قابل توجهی عملکرد را کاهش می‌دهد و از این رو هزینه‌ی اولترافیلتراسیون را افزایش می‌دهد. غشاهای اولترا فیلتراسیون سبب جداسازی بخش‌های زیادی از ماده غذایی از جمله، میکروارگانیسم‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، کلوئیدها، و بخش‌های کوچک محلول از جمله ویتامین‌ها، نمک‌ها، قندها از طریق غشاها می‌شوند. بنابراین این روش علاوه بر اینکه با جداسازی میکروارگانیسم‌ها سبب به حداقل رساندن و از بین بردن فعالیت‌های میکروبی در ماده غذایی می‌گردد؛ به دلیل استفاده از دمای پایین سبب حفظ خواص ماده غذایی از جمله عطر و طعم و خصوصیات ارگانولپتیکی ماده غذایی می‌شود.

اولترافیلتراسیون یک فرایند غشایی کم فشار است که برای جداسازی ترکیبات با وزن مولکولی بالا از یک جریان خوراکی استفاده می‌شود. اولترافیلتراسیون منافذ بزرگتری نسبت به نانو فیلتراسیون و اسمز معکوس دارد و بنابراین کمترین هزینه برای کار در این سه مورد است. اولترافیلتراسیون شیر، گلبول‌های چربی پروتئین ها را حفظ می‌کند. نمک های معدنی و لاکتوز ، همراه با مقدار زیادی آب تا حدی به عنوان نفوذ خارج می‌شوند. در صورت تمایل به کاهش بیشتر لاکتوز و مواد معدنی، نگهدارنده با آب رقیق

شده و مجدداً فیلتر می شود. به این نوع اولترا فیلتراسیون گاهی اوقات دیافیلتراسیون، گفته می‌شود.

کاربرد اولترا فیلتراسیون:

۱) آب پنیر حاوی قسمت عمده‌ی پروتئین‌های غیر کازئین، همراه با املاح با وزن مولکولی کم است. با استفاده از فیلتراسیون فوقانی آب پنیر، یک کنسانتره پروتئین آب پنیر با ارزش، به عنوان نگهدارنده و یک نفوذ بدون پروتئین تولید می‌شود.

۲) از اولترافیلتراسیون برای غلظت و تقسیم عصاره‌های پروتئینی گیاهی مثل تولید پروتئین جداشده از سویا، استفاده می‌شود.

نانو فیلتراسیون:

نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس هردو تکنیک‌هایی هستند که

می‌توانند یون‌های دوظرفیتی را به مرحله‌ی عمل برسانند.

امروزه از نانو فیلتراسیون جهت تصفیه‌ی آب آشامیدنی، مانند نرم شدن آب، رنگ زدایی و حذف ریز آلاینده‌ها استفاده می‌شود.

در طی فرایندهای صنعتی از نانو فیلتراسیون، برای حذف اجزای خاص مانند عوامل رنگ آمیزی استفاده می‌شود.

کاربردهای نانو فیلتراسیون:

- حذف سموم دفع آفات
- حذف فلزات سنگین از آب
- بازیافت فاضلاب در لباسشویی‌ها
- نرم شدن آب
- حذف نیترات
- اسمز معکوس

اسمز معکوس براساس پیگیری اساسی برای ایجاد تعادل می‌باشد. دو مایع حاوی غلظت‌های مختلف جامد محلول که در تماس با هم هستند و تا زمانی که غلظت یکنواخت باشد، با هم مخلوط می‌شوند. وقتی این دو مایع توسط یک غشای نیمه نفوذ پذیر از

هم جدا می‌شوند، مایعی که غلظت کمتری دارد،

از طریق غشاء به مایع حاوی غلظت بالاتر مواد جامد

محلول منتقل می‌شود. بعد از مدتی سطح آب در یک طرف غشاء

بیشتر خواهد شد. اختلاف ارتفاع را فشار اسمزی گویند. با پیگیری فشار بر ستون فشار سیال،که بیش از فشار اسمزی می‌باشد، یک اثر معکوس به دست می‌آید. مایعات توسط غشاء به عقب فشار داده می‌شوند، در حالی که مواد جامد محلول در ستون باقی می‌مانند. بااستفاده از این روش می‌توان قسمت بیشتری از نمک آب را از بین برد. امروزه تمایل به استفاده از فرایندهایی که علاوه بر کاهش مصرف انرژی و هزینه ها سبب حفظ کیفیت بیشتر مواد غذایی می‌گردند، بیشتر شده است. فرایندهای حرارتی غشایی به دلیل عدم استفاده از دمای بالا در حین تغلیظ مواد غذایی مایع، سبب حفظ مواد عطر و طعم زایی بیشتر نسبت به روش مرسوم از جمله تبخیر می‌گردند و در صنایع فرایند مواد غذایی، نقش فرایندهای غشایی بیش از پیش خودرا نشان می‌دهد.

فرآیندهای غشایی را می‌توان برحسب نوع غشاءهای مورد استفاده به گروه‌های مختلف تقسیم کرد این گروه‌ها عبارتند از؛

- مرفولوژی
- ساختار شیمیایی
- ماهیت شیمیایی
- شکل و فرم

مرفولوژی: غشاءها اعم از آلی یا غیر آلی، برحسب تخلخل یا مرفولوژی به گروه های زیر تقسیم می‌شود؛

- سیمتریک
- اسیمتریک
- کامپوزیت
- منفذ دار یا متخلخل
- متراکم

ماهیت شیمیایی: از نقطه نظر ماهیت شیمیایی غشاءها را می‌توان به دو گروه آلی و معدنی تقسیم کرد.

آلی: ساخته شده از مواد پلیمری بر مبنای مشتقات سلولز و پلی آمیدها (انواع غشاءهای اسمز معکوس و نانو فیلتراسیون) به طور وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

معدنی: از نوع کامپوزیت بوده و دارای مقاومت بسیار بالا در مقابل مواد شیمیایی حرارت و نیروی مکانیکی هستند.