

تغليظ مواد

اهداف تغلیط یا کنسانتره کردن :

2

- حفاظت و نگهداری ماده غذایی
- کاهش حجم و کاستن از هزینه ظرف، حمل و نقل و نگهداری: رب گوجه فرنگی
- یک فرآیند مقدماتی برای فرآیند های دیگر (خشک کردن- انجماد)
- کاهش هزینه مرحله خشک کردن مواد و انجام ملایم تر فرآیند با حفظ بهتر کیفیت ماده غذایی
- تولید محصول جدید با خواص متفاوت- ماست چکیده- کنسانتره میوجات - شیر تغلیط شده

❖ نکته:

- ❖ مقدار آب ماده غذایی تغلیط شده در حدی نیست که مانع از فساد میکروبی شود- استفاده از محلول های قندی و فشار اسمزی بالا- عسل - شیرهای تغلیط شده با افزودن ۶۸ درصدشکر -
- ❖ غلظت ۷۰ درصدی ساکارز مانع از رشد تمام میکروارگانیسم ها شده - یک غلظت بحرانی بازدارنده از رشد محسوب می شود

اصلی ترین علت افزایش عمر نگهداری محصولات تغلیظ شده کاهش a_w محصول است که این عمل به دو صورت انجام می شود:

- حذف مایعات از محصول
- افزودن ماده جامد به محصول

□ روش های تغلیظ با استفاده از حذف آب مواد غذایی

❖ تبخیر

❖ انجماد

❖ فرآیند های غشاء

❖ فشار اسمز معکوس

□ در فرایند تبخیر، عمل تغلیظ مایعات از طریق به کار گیری حرارت انجام می شود. اما به دلیل اثرات سوئی که حرارت می تواند بر ماده غذایی برجای می گذارد بایستی در کمترین زمان ممکن بیشترین آب از محصول گرفته شود که این عمل مستلزم بالا بردن قدرت انتقال حرارت به محصول است تا هرچه سریع تر محصول به دمای مورد نظر برسد همچنین تغلیظ مواد از طریق حرارت در شرایط تحت خلاء در درجه حرارت متناسب با فشار خلاء صورت می پذیرد.

❑ عوامل مؤثر بر عملکرد تبخیر

1. ساختار و عملکرد تبخیر کننده ها
بررسی کارائی اقتصادی بخار می باشد: به حداکثر رساندن تبخیر به ازای هر واحد انرژی می باشد.

2. اثر ویژگی های عصاره بر عملکرد تبخیر

- ❖ ویسکوزیته
- ❖ جرم گرفتگی
- ❖ تشکیل کف
- ❖ خوردگی
- ❖ حساسیت حرارتی ماده غذایی مد نظر

□ ویسکوزیته

تغییرات ویسکوزیته ماده غذایی در حین تبخیر به علت:

❖ از دست دادن آب آزاد بین مولکولی

❖ تغییرات ماکرومولکولی: دناتوره شدن پروتئین ها، ژلاتینه شدن نشاسته

□ اثرات افزایش ویسکوزیته:

❖ کاهش سرعت انتقال حرارت که باعث افزایش مدت زمان فرایند و افزایش شدت آسیب حرارتی و مصرف بیشتر انرژی

❖ کاهش سرعت چرخش ماده و افزایش توان (Power) لازم برای پمپاژ

جرم گرفتگی در امر تبخیر به عنوان مسئله ای مهم و جدی مطرح است چرا که رسوب اجزاء غذایی در سطوح حرارتی میزان انتقال حرارت را کاهش و آسیب به محصول را (در اثر افزایش زمان ماند جهت تغلیظ) افزایش می دهد.

❑ عمده ترین موادی که به صورت رسوب بر روی سطوح ایجاد می شوند، پروتئین ها و پلی ساکاریدهایی هستند که به حرارت حساسند.

ترکیبات پروتئینی: شیر (آلفا لاکتالبومین ها، بتا لاکتوگلوبولین ها، سرم آلبومین ها)
آب مرکبات : هیسپریدین (*hesperidin*)

❑ معایب عمده:

- ❖ کاهش ضریب انتقال حرارت
- ❖ ورود تکه های پوسته تشکیل شده در اثر جرم گرفتگی بر سطوح به محصول (افت کیفیت)
- ❖ اختلال در گردش و جابجایی مواد در درون تبخیر کننده- افزایش اصطکاک سطحی در دیواره

❑ راههای مقابله با جرم گرفتگی

- ❖ طرحی مناسب با حداقل امکان نشست رسوب
- ❖ تمیز کردن مرتب و منظم دستگاه

❑ به دلیل حضور ترکیبات فعال سطحی: پروتئین ها، ترکیبات روغنی و.....

❑ عواقب :

❖ کاهش کارایی انتقال حرارت

❖ خروج بخشی از ماده غذایی از درون تبخیر کننده (در صورت خروج)

❑ راهکارها :

❖ تنظیم شرایط فرایند (دما، زمان، سرعت پمپاژ)

❖ استفاده از روغن های سیلیکونی به عنوان ترکیبات ضد کف

برخی مواد غذایی دارای ترکیبات خورنده می باشند مانند ترکیبات اسیدی: اسید اگزالیک و غیره که باعث خوردگی دستگاه و ورود تکه های فلز به ماده غذایی می شوند

□ حساسیت به حرارت

- تعیین کننده کیفیت ماده غذایی می باشد.
- شدت آسیب حرارتی بستگی به شدت دما و مدت زمان حرارت دهی دارد.

□ سیستم های تبخیر کننده:

- ❖ دیگر های تبخیر تحت فشار اتمسفر
- ❖ تبخیر کننده های لوله کوتاه (Short-tube Evaporators)
- ❖ تبخیر کننده های لوله بلند (long-tube evaporators): بالا رونده و پائین رونده
- ❖ تبخیر کننده های صفحه ای (Plate Evaporators)
- ❖ تبخیر کننده های لایه نازک مکانیکی (Mechanical Thin- Film Evaporators)
- ❖ تبخیر کننده های سریع (Flash Evaporators)

❑ دیگر های تحت فشار اتمسفر:

- ❖ تغلیظ مواد در دیگر های دو جدار تحت فشار اتمسفر
- ❖ عامل ایجاد حرارت : شعله ، بخار آب یا الکتریسیته
- ❖ مرباها و برخی انواع سوپ ها، سیروپ (شربت های قندی)

❑ معایب:

- ❖ بالا بودن درجه حرارت و طولانی بودن مدت زمان فرآیند به بیشتر محصولات آسیب می رساند
- ❖ غلیظ شدن و سوختن محصول روی دیواره به تدریج از شدت انتقال حرارتی کاسته و فرایند تغلیظ را کند می کند.
- ❖ افت کیفیت ناشی از نفوذ تکه های سوخته به محصول
- ❖ مصرف بالای انرژی حرارتی برای تغلیظ

❑ مزایا :

- ❖ سادگی در کار و امکان نظافت راحت
- ❖ امکان ایجاد خلاء و بهبود کیفیت محصول در صورت داشتن درب

❑ تبخیر کننده های لوله کوتاه (Short-tube Evaporators)

❖ برای مواد با ویسکوزیته کم مناسب می باشند

❖ مواد با ویسکوزیته بالا مشکل انتقال حرارت و خطر چسبندگی ماده به لوله ها و مسئله نظافت

❖ در حد وسیعی در تغلیظ شربت ها، مشخصاً در کارخانه های قند و عصاره

❖ دستگاه ارزان و نظارت بر آن ساده است

❑ سیستم متشکل از یک سری لوله با قطر ۵ سانتی متر و طول ۱/۵ متر می باشد

❖ ماده غذایی در داخل لوله و بخار در سطح خارجی از طریق غیر مستقیم ماده غذایی را گرم می

کند. ماده غذایی با افزایش دما منبسط شده و با توجه به فشار بخار ایجاد شده در آن به سمت

بالا حرکت می کند

❖ بخار بعد از کندانس شدن از پائین دستگاه خارج می شود

❑ تبخیر کننده های لوله بلند (Long-tube Evaporators)

❑ لایه بالا رونده (Climbing- Film Evaporator)

- ❖ طول لوله ها ۳-۱۵ متر می باشد و قطر آن ۳-۵ سانتی متر می باشد
- ❖ ماده غذایی قبل از ورود به دستگاه تا نقطه جوش در خارج از دستگاه گرم می شود
- ❖ برای مواد غذایی با ویسکوزیته کم به کار می رود

❑ لایه بلند پائین رونده (Falling Film Evaporator)

- ❖ برای مواد غذایی با ویسکوزیته بالا
- ❖ عبور برعکس مواد با جریان پائین روند در لوله ها ماده غذایی تحت تاثیر دو نیرو جاذبه و انبساط بخار به سمت پائین حرکت می کند
- ❑ در هر دو روش :
- لوله ها بلند، زمان توقف ماده در دستگاه کوتاه بوده، ضرائب انتقال حرارت زیاد و کارائی مصرف انرژی خوب بود
- ❑ طولانی بودن لوله ها، عمل جرم گرفتگی و نظافت آن می تواند مشکل ساز باشد

❑ تبخیر کننده های صفحه ای (Plate Evaporators)

- ❖ برای مواد غذایی ویسکوز بهتر می باشند - مواد توسط پمپ جابه جا می شوند
- ❖ انتقال حرارت و بازدهی انرژی بالاست ، بازدهی تولید بالا

❑ تبخیر کننده های لایه نازک مکانیکی (Mechanical Thin- Film Evaporators).

- ❖ نوعی دستگاه سطح تراش می باشند
- ❖ بطور مطلوبی برای مواد غذایی ویسکوز و حساس به حرارت
- ❖ مواد غذایی که برای تشکیل کف
- ❖ موادی که ایجاد جرم در سطح حرارت دهنده : رب گوجه فرنگی، عصاره گوشت
- ❖ هزینه سرمایه گذاری اولیه برای دستگاه و هزینه انجام عملیات تغلیظ بالاست (دقت فوق العاده در تنظیم فاصله بین چرخنده و لوله)
- ❖ به عنوان روش ثانویه برای مواد غذایی تبخیر شده استفاده می شوند

❑ تبخیرکننده های سریع (Flash Evaporators)

ماده غذایی به طور مستقیم با عامل حرارت دهنده در تماس قرار می گیرد - تسریع سرعت تبخیر

❖ بخار تمیز با درجه حرارت بالا (۱۵۰ درجه سانتی گراد) به ماده غذایی در تماس مستقیم قرار گرفته و دمای ماده غذایی را به سرعت بالا می برد

❑ عیب روش :

❖ حذف مواد فرار ماده غذایی همراه با بخار خروجی می باشد که باید بعد از تقطیر مواد دوباره به ماده غذایی اضافه شود

❖ نیاز به بخار تمیز

❑ با بالا بردن کارائی دستگاه های تبخیر:

❖ استفاده چندین بدنه متوالی تبخیر کننده (Multiple Effect)

➤ بخار حاصل از هر مرحله به تبخیر کننده بعدی وارد و برای گرم کردن آن استفاده می شود

➤ در مرحله سوم به بعد از خلاء برای کاهش نقطه جوش ماده غذایی استفاده می شود

✓ تغلیظ در کارخانه قند - پنج بدنه

در این سیستم طبیعی است که در میزان مواد محلول کل (TSS) هر بدنه نسبت به بدنه قبل از خود یک افزایش مشخص دیده شود، به همین دلیل بیشترین خلاء در آخرین بدنه اعمال می شود. در این صورت دمای نقطه جوش در بدنه های انتهایی کمتر از بدنه های اولیه خواهد بود.

1st section
100°C/1 atm



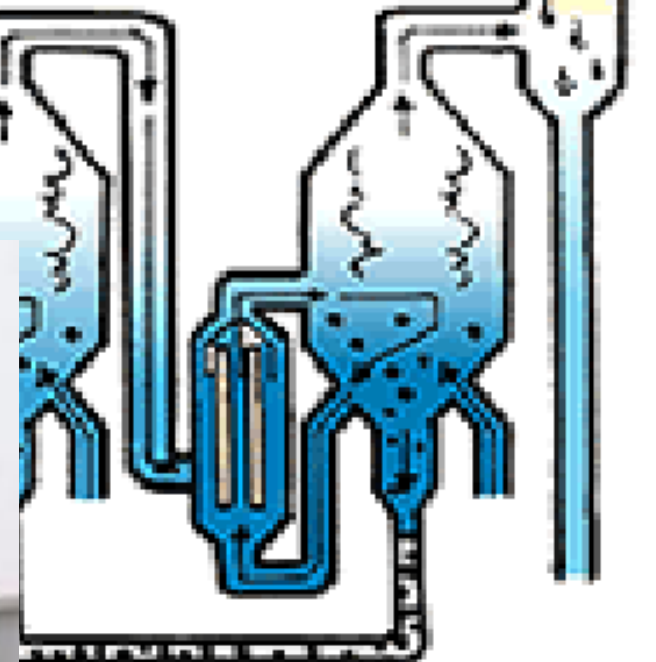
2nd section
80°C/0.5 atm



3rd section
60°C/0.2 atm



4th section
38°C/0.07 atm



❑ اثر فرآیند تبخیر بر ماده غذایی

- ❑ افت کیفیت ماده غذایی در اثر از دست دادن مواد فرار و معطر که داری نقطه جوش پائین
- ❖ در مواردی حذف بوهای نامطلوب از شیر و کاکائو

19

❑ روش های حفظ اجزاء فرار در حین تبخیر

- ۱- روش برگشت عصاره به عقب (Cut Back Juice)
 - ➡ ماده اولیه تا بریکس بالاتری تغلیظ شده و سپس به کمک ماده اولیه تا بریکس مد نظر مخلوط می شود (مرببات)
- ۲- عصاره های همراه با بخار در دستگاه تقطیر جدا شده و سپس اسانس حاصله به ماده تغلیظ شده اضافه می شود
- ۳- جدا کردن مواد عامل عطر و طعم به وسیله گازهای خنثی و برگشتن آن بعد از تغلیظ به محصول

❑ اثر بر طعم ماده غذایی:

- ➡ کاراملیزاسیون + میلارد = تابع درجه حرارت و مدت زمان فرآیند

■ مواد قندی باعث طعم اسیدی خاص و ایجاد رنگ

■ ویتامین ها: نابودی ویتامین B1 و ویتامین C

❑ تغلیظ انجمادی (Frizzing Concentration)

➤ ماده اولیه منجمد شده و آب کریستال شده به روش های مختلف حذف می شود

❑ شرایط مد نظر انجماد در این روش :

❖ کریستال های یخ تشکیل شده باید تا حد امکان درشت باشند تا میزان ماده گرفتار شدن در لا به لای آنها در حداقل ممکن باشد: کریستالیزاسیون کند

❖ - عمل جداسازی می تواند به روش های مختلف (صافی تحت خلاء، سانتریفوژ ، صافی تحت فشار)

❑ به دلیل انجام تغلیظ در دماهای پائین آسیب حرارتی به ماده غذایی وارد نمی شود

❑ عیب روش :

➤ مواد غذایی به عنوان هسته های اولیه کریستال های یخ قرار بگیرند و در نتیجه حذف شوند

➤ هزینه زیاد تغلیظ با توجه به میزان مواد جامد در آن است که از ۴۰ درصد تجاوز نمی کند

➤ در حد صنعتی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست

در این روش مایع مورد نظر تحت فشار از غشاء نیمه تراوایی که دارای سوراخ های بسیار ریز است، عبور داده می شود و بر حسب اندازه اجزاء یک یا چند جز از غشا گذشته و برخی نمی توانند عبور کنند.

□ بر حسب تکنولوژی های موجود :

الترافیلتراسیون (Ultrafiltration)، اسمز معکوس (reverse osmosis) یا (Hyperfiltration) و میکرو فیلتراسیون

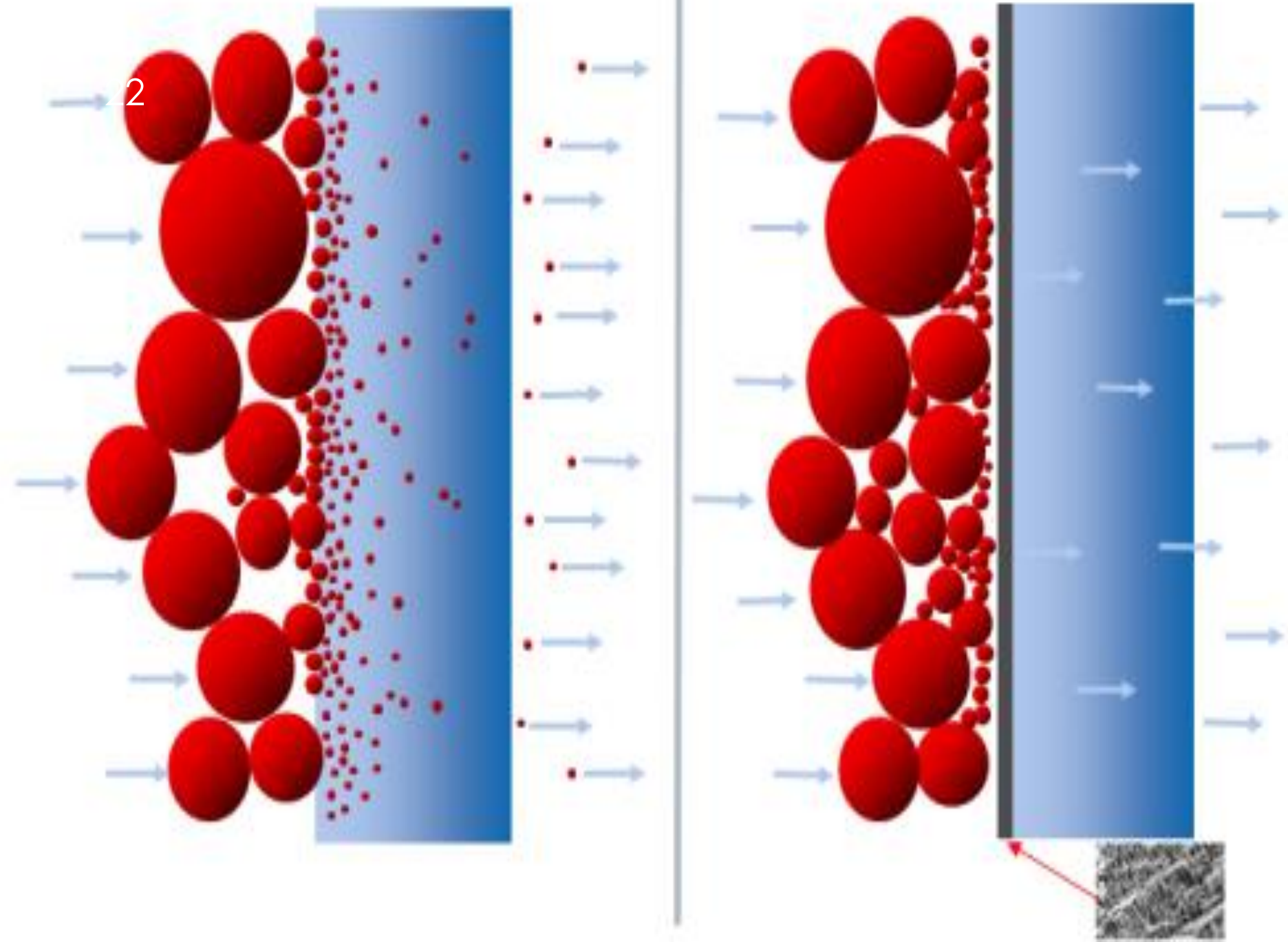
□ اندازه روزه های غشاء

❖ در اسمز معکوس 0.0001 تا 0.001 میکرون، تنها آب عبور می کند - مانع از عبور املاح می شود- دیگ های بخار

❖ الترافیلتراسیون اندازه ذرات در حدود 0.001 تا 0.1 میکرون می باشد که علاوه بر آب، املاح معینی نیز عبور پیدا می کنند

❖ میکرو فیلتراسیون اندازه روزه های غشاء در حدود 10 میکرون می باشند - باکتریها- استریلیزاسیون سرد (Cold Sterilization)

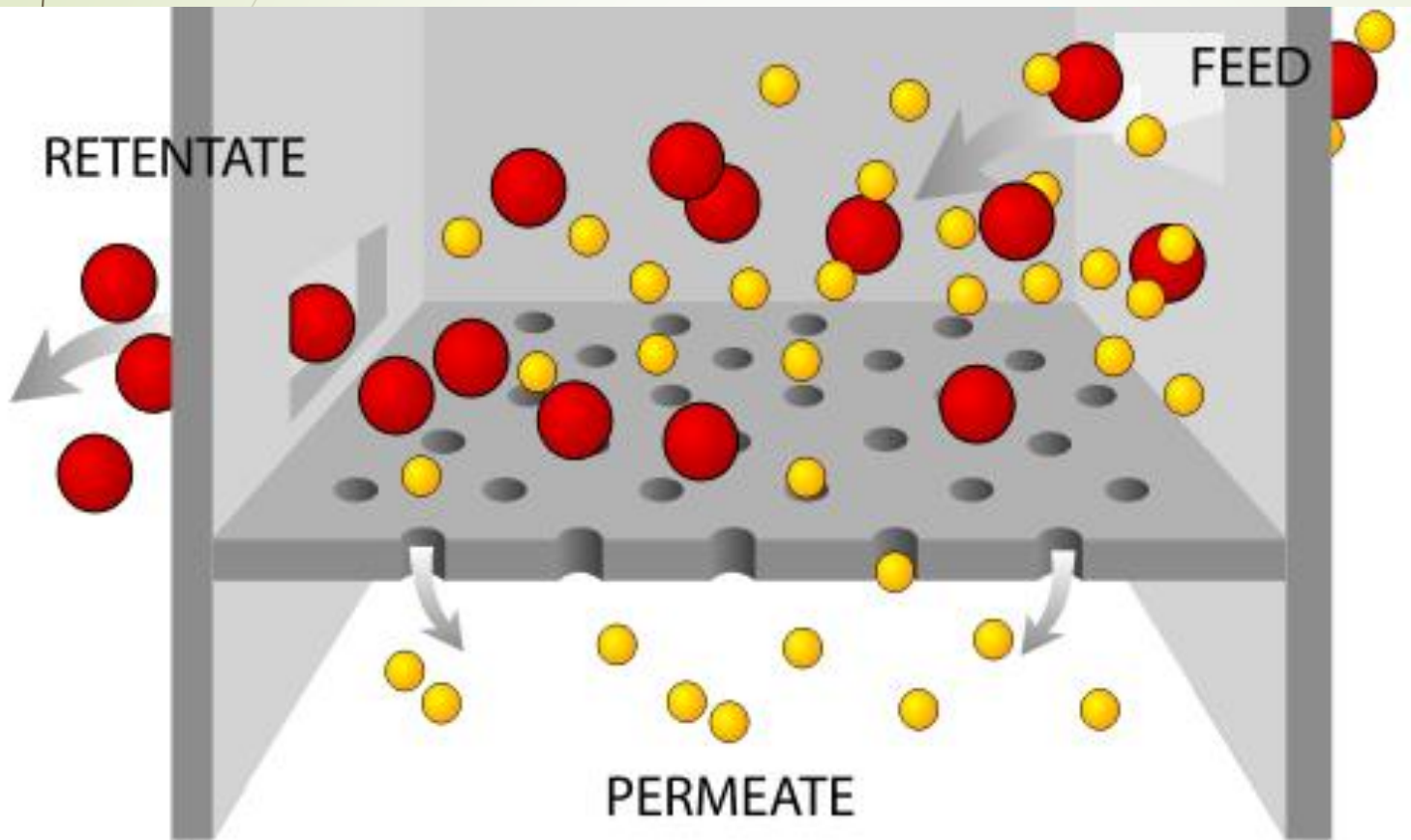
2



❑ ماده خروجی این سیستم به دو دسته تقسیم می شود :

❖ ماده تراوش شده (Permeate)

❖ ماده نگهداری شده (Retentate) که محصول می باشد



❑ ویژگی های سیستم های تغلیظ غشائی:

- ❖ آسیب های حرارتی پائینی می بیند- قابلیت کاربرد در دماهای پائین را دارد
- ❖ نیاز به مصرف انرژی پائین تری نسبت به سیستم های تبخیر دارد- عدم انرژی مورد نیاز برای تغییر حالت آب
- ❖ فضای کمتری را اشغال می کنند

❑ معایب و محدودیت ها:

- ❖ نیاز به سرمایه گذاری بالاتری دارند
- ❖ راندمان پائین تر تغلیظ در سیستم های غشائی نسبت به تبخیر
- ❖ حداکثر تغلیظ در اسمز معکوس ۳۰ درصد، الترافیلتراسیون ۲۸ درصد
- ❖ مشکل جرم گرفتگی غشاء سیستم: ناشی از رسوب مواد پلیمری و ترکیبات با وزن مولکولی بالا -
افت کارایی سیستم ناشی از کاهش سرعت عبور: پکتین

❑ بهترین کاربرد :

➤ با توجه هزینه بالا و مشکلات آن تغلیظ مقدماتی برای فرآیند تبخیر استفاده می باشد

تغلیظ با کمک مواد افزودنی جامد

- یکی از مهم ترین محصولات تغلیظ شده توسط افزودن ماده جامد، مربا ها هستند.
- مربا محصولی است که از تکه های میوه + عصاره میوه + شکر تهیه می شود.
- میزان غلظت مربا ها در استانداردهای تدوین شده هر کشور تعیین شده است و معمولاً فرایند تغلیظ تا رسیدن به ۶۵-۷۰٪ مواد جامد محلول ادامه می یابد.
- از مهم ترین مواد افزودنی به انواع مرباجات جهت تغلیظ، می توان به شکر و پکتین اشاره کرد.

در تهیه مربا فرایند پخت تا حدی سبب تبخیر آب می شود اما یکی از مهم ترین اهداف پخت انجام فرایند انورتاسیون است. به این معنا که شکر (ساکاروز) تحت اثر دمای بالا به گلوکز و فروکتوز (قند اینورت) تجزیه می شود.

البته شرط دیگر انورتاسیون کاهش pH است که خود به افزایش عمر نگهداری محصول کمک می کند.

دلائل مطلوب بودن انورتاسیون:

تأثیر قند اینورت در کاهش aw در غلظت های مساوی بیش از ساکاروز است.

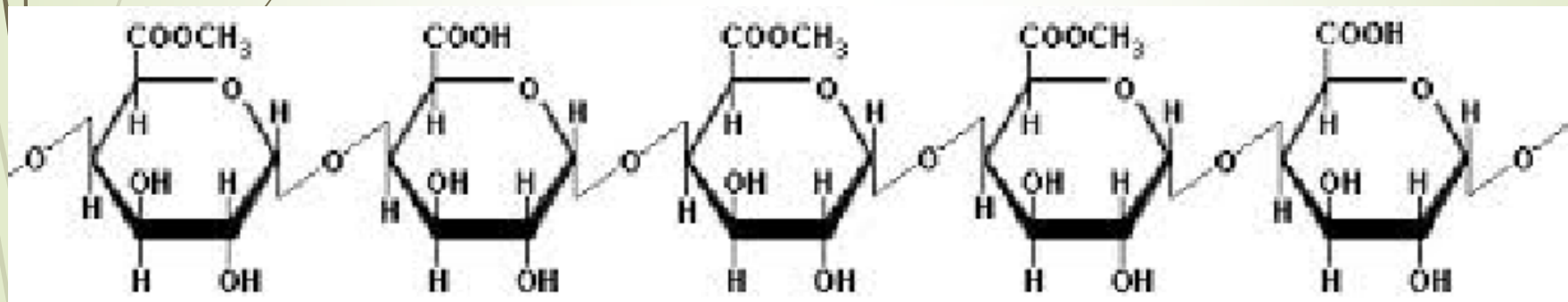
قابلیت کریستالیزاسیون شکر نیز بیش از قند اینورت می باشد.

نقش پکتین در محصولات تغلیظ شده

27

➤ پکتین نام عمومی ترکیبات پکتیکی است که فرمول های متفاوتی دارند. این ترکیبات با به دام انداختن آب، میزان aw را کاهش می دهند.

➤ در فرایند رسیدن میوه پروتوپکتین نامحلول در اثر عمل آنزیم های پکتیناز و جداکردن گروه های متوکسیل (CH_3COO) از ساختمان آن به اسید پکتینیک و در نهایت اسید پکتیک محلول تبدیل می شوند.



➤ پکتین های تجاری مورد استفاده در صنعت دو دسته اند:

➤ Low Methoxyl Pectin (LMP): گروه های متوکسیل ۸٪ یا کمتر وزن کل پکتین

➤ High Methoxyl Pectin (HMP): گروه های متوکسیل ۸ تا ۱۶٪ وزن کل پکتین

مکانیسم تشکیل ژل توسط پکتین

- مولکول های پکتین، ذرات کلوئیدی نسبتاً بزرگی هستند که دارای بار منفی می باشند.
- جهت تشکیل ژل بایستی مولکول های پکتین به هم نزدیک شوند که این امر با وجود بارهای همنام منفی امکان پذیر نیست. حضور مواد اسیدی با کاهش pH و آزادسازی یون H^+ تا حدودی این بارها را خنثی کرده و به نزدیک شدن مولکولهای پکتین کمک می کند.
- گروه های متوکسیل از دیگر عوامل بازدارنده نزدیک شدن پکتین ها به یکدیگرند. اما به دلیل هیدروفیل تر بودن شکر نسبت به پکتین، شکر می تواند آب موجود در محیط را حذف و مولکول های پکتین را به هم نزدیک نماید.

معمولاً برای تهیه محصولات تغلیظ شده رژیمی از پکتین های LMP استفاده می شود، چرا که با توجه به میزان کم گروه های متوکسیل در این نوع پکتین ها نیازی به وجود شکر برای حذف آب و نزدیک کردن مولکول های پکتین نیست و می توان ژله ای مناسب بدون استفاده از شکر تهیه کرد.

گاه در این نوع محصولات برای سفتی بیشتر ژل، از یون کلسیم به منظور اتصال مولکول های پکتین استفاده می شود.

