

خشک کردن به روش اسمزی

فهرست مطالب

مقدمه

چکیده

تاریخچه

اصول و مبانی خشک کردن مواد غذایی

اساس کار فرایند خشک کردن اسمزی

عوامل مؤثر بر فرایند

خشک کردن تکمیلی

خواص املاح مورد استفاده

فعالیت محلول اسمزی

معایب و مزایا

بهینه سازی شرایط فرایند

بسته بندی محصولات خشک شده اسمتیک

ذخیره سازی محصولات خشک شده اسمتیک

مقدمه

خشک کردن اسمزی یک فرایند آب زدایی از غذاهایی است که مواد غذایی آبی در قند و یا محلول نمک را به منظور کاهش رطوبت از مواد غذایی قبل از فرایند خشک شدن شامل می گردد. به منظور کاهش آب مواد غذایی در حداقل پردازش، تحت پیرامون اطراف و محیط تعدیل شده ایفای نقش می کند (اسکریچ و همکاران، ۲۰۰۰). در طی فرایند، دو جریان همزمان ممکن است رخ دهد؛ که جریان آب در خارج از مواد غذایی در درون محلول، انتقال همزمان از املاح محلول در آب به مواد غذایی، و جابجایی اتم های املاح طبیعی (قند، اسیدهای آلی، ویتامین ها، قندهای کاهنده، برخی از ترکیبات ناپایدار، مواد معدنی، و غیره) از

مواد غذایی به محلول را شامل می شود. این فرایند را می توان همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده، ارائه نماییم. از آنجایی که محلول پرفشار، فشار اسمزی بالاتری را با کاهش فعالیت آب نشان می دهد، از اینرو می توان آن را بعنوان نیروی محرکه ای برای خروج آب از محلول سلولی به محلول فعال اسمزی در نظر گرفت. انتقال آب در طول فرایند اسمزی عمدتاً با نفوذ و جریان مویرگی همراه است، در حالی که جذب املاح و یا خیساندن آن تنها با نفوذ است که به انجام می رسد (رحمان، ۲۰۰۷). تمامی این مبادلات حجیم بین محلول اسمزی و مواد غذایی رخ می دهد که ممکن است بر عملکرد کلی و کیفیت محصول اثر بگذارد.

چکیده :

آب گیری یکی از قدیمی ترین روش های نگهداری مواد غذایی شناخته شده است. آب گیری اسمزی یک عمل مورد استفاده برای حذف جزئی آب از مواد غذایی مانند میوه ها و سبزیجات است. در این فرایند، مواد غذایی در محلول هیپرتونیک (اسمزی) قرار می گیرند. دو نوع از املاح که اغلب در مواد غذایی برای فرایند اسمزی مورد استفاده قرار می گیرند قندها (به خصوص برای میوه ها) و نمک (برای سبزی، ماهی، گوشت، پنیر) به ویژه ساکارز و کلرید سدیم هستند. آب گیری اسمزی مزایای بالقوه ای در صنایع فرآوری میوه و سبزیجات دارد از جمله بهبود کیفیت، صرفه جویی در انرژی، کاهش در هزینه های بسته بندی و توزیع، حذف نیاز به عملیات شیمیایی، ثبات محصول و نگهداری مواد مغذی در طول ذخیره سازی. در سال های اخیر، آب گیری اسمزی با روش های مختلف مانند فشار هیدرواستاتیکی بالا، میدان های الکتریکی با پالس بالا، تابش گاما، فراصوت، خلاء و نیروی گریز از مرکز ترکیب شده است. این روش های ترکیبی جدید سرعت انتقال جرم و خشک کردن غذاها را با افزایش نفوذپذیری غشای سلولی افزایش می دهند.

خشک کننده اسمزی (تراوشی) فرایندی جزئی در آب زدایی است، که عمدتاً بعنوان درمانی در جهت بهبود کیفیت محصول بر روند خشک کننده متداول در نظر گرفته می شود. درمان اسمزی شامل اشباع مواد غذایی در محلول پرفشار شکر و یا نمک می باشد که در زمان های بخصوصی تحت شرایط دمایی کنترل شده قرار می گیرد. این فرایند دو جابجایی عظیم در جریان شمارگر را شامل می گردد: آب زدایی

مواد غذایی در جهت محلول و جابجایی همزمان اتم ها از مواد جامد در جهت حل مواد غذایی. چنین پدیده عظیمی از جابجایی با معالجه قبلی، محلول اسمزی، محصول و عوامل مرتبط با محیط زیست اسمزی مهار می گردد. این روش دو مزیت عمده را هنگامی که با سایر روشهای خشک کننده ترکیب و یا مقایسه گردد، دارا می باشد. کیفیت محصولات از راه تراوشی (اسمزی) بهتر است و انقباض بطور قابل ملاحظه ای در مقایسه با محصولات که از فرآیندهای خشک کننده استفاده نموده اند پایین تر است. در مرحله دوم، بطور کلی این روش به حفاظت از انرژی نسبت به سایر روش های خشک کننده کمک می کند. اولین جنبه به طور گسترده تری مورد مطالعه قرار گرفت، در حالی که به ندرت به جنبه های انرژی پرداخته شد. هدف اصلی این مقاله این است که مزیت آب زدایی اسمز برحسب کاهش انرژی و سهم بالقوه شان در جهت به حداکثر رساندن سود از طریق کاهش هزینه های مربوطه را مورد بحث قرار دهند. جزء واکنشی کم آبی در اسمز می تواند قبل، در طول، و یا بعد از فرآیند خشک کننده؛ به منظور افزایش سرعت جابجایی و یا در جهت کوتاه شدن طول مدت زمان خشک شدن انجام پذیرد شود. بعد از درمان اسمزی، آب محتوی میوه ها و سبزیجات معمولاً تا ۳۰ الی ۵۰٪ کاهش می یابد (براساس وزن آب موجود). مقدار آب باقی مانده در محصول، مدت زمان و انرژی مورد نیاز را جهت پایان یافتن مرحله خشک شدن محصول برای رسیدن به ثبات مورد نظر محصول را تعیین می کند. این کاهش در رطوبت تاثیر بسزایی را در حفاظت از انرژی دارد، آن هم زمانیکه فن حاضره، دیگر روشهای خشک کننده مانند همرفتی، منجمد کردن، مایکروویو و خشک کننده مکنده را تکمیل کرده باشد. انتقال و جابجایی آب با تغییر فاز (تبخیر آب) همراه است که فرآیند فشرده سازی انرژی است که با توجه به گرمای نهان تبخیر بالای آب ایجاد می شود. در طول تراوش (اسمز)، هیچ انتقال فازی وجود ندارد و فرآیند را می توان با حداقل تامین انرژی که دلیل اصلی صرفه جویی انرژی است، به انجام رساند. روشهای جدید، در خشک کردن مواد غذایی جهت به حداقل رساندن تقاضای انرژی و افزایش سود دائماً در حال بررسی قرار دارند.

تاریخچه خشک کردن مواد غذایی :

موضوع نگهداری مواد غذایی و استفاده از بهترین روش در بالا بردن زمان نگهداری مواد غذایی مصرفی همواره مورد توجه انسان بوده است .

مطالعه و بررسی تاریخ تمدن جامعه انسانی با به کارگیری علوم حفاری ، باستان شناسی ، جامعه شناسی روستایی و مردم شناسی جریان تحول مصرف و نوع تغذیه و کیفیت نگهداری مواد غذایی را نشان میدهد .

انتخاب بهترین و مناسب ترین روش نگهداری به شرایط آب و هوایی ، جغرافیایی و آداب و سنن قبایل مختلف انسان بستگی و ارتباط نزدیک و تعیین کننده دارد . مثلاً نمک در سواحل دریاها و دریاچه های آب شور ، نقش انرژی خورشیدی در بیابانهای خشک و سوزان و اثر سرما در مناطق قطبی و سردسیر برای نگهداری مواد غذایی ، زودتر مورد توجه و استفاده قرار گرفته اند .

بر اساس مدارک و شواهد تاریخی موجود ابتدایی ترین و اولین روش نگهداری مواد غذایی ، استفاده از انرژی نور خورشید و خشک کردن آفتابی بوده است ، این روش هنوز در بسیاری از کشورها و از جمله ایران متداول است .

تاریخچه تولید میوه های خشک در ایران :

بر حسب نوشته های مورخین ، ایران یکی از تولید کنندگان بزرگ و قدیمی خشکبار و میوه های خشک در دنیا بوده است . مادها در اعیاد بزرگ میوه های خشک شده می خوردند و این سنتی است که از آن زمان به یادگار مانده است . کما اینکه در عصر حاضر نیز مصرف میوه خشک شده و آجیل در آخرین شب چهارشنبه هر سال مورد توجه مردم بوده و با اشتیاق فراوان در تدارک آن به عنوان یک رسم کهن و ملی می کوشند . در عصر صفویه برای توسعه بازار صادرات خشکبار و میوه های خشک ایران اقدامات اساسی به عمل آمد و بازارهای روسیه ، هندوستان ، عثمانی و عراق از بزرگترین مراکز عرضه و فروش خشکبار و میوه های خشک به حساب آمده و در سال ۱۳۱۱ هجری شمسی اولین شرکت صادراتی به ویژه خشکبار و میوه های خشک رقم قابل ملاحظه ای را تشکیل می داده .

اصول و مبانی خشک کردن مواد غذایی :

نگهداری مواد غذایی پیشینه ای دیرینه دارد و قدمت آن نزدیک به تاریخ حیات انسانها است . احتمالاً خشک کردن ، قدیمیترین روش جهت افزایش قابلیت نگهداری مواد غذایی میباشد ، که انسان اولیه با مشاهده دانه های طبیعی خشک شده بر روی ساقه ها (که از قابلیت ذخیره سازی و ماندگاری زیادی برخوردار میباشند) به آن دست یافته است . اساس اولیه در تقلید از این فرایند طبیعی ، خشک کردن مواد غذایی را به عنوان یک تکنیک در مورد نگهداری محصولات گیاهی ، گوشت و ماهی توسعه داد . در سالهای اخیر به دنبال شناخت عوامل مؤثر بر سرعت خشک کردن و میزان کاهش رطوبت ، فرایند خشک کردن مواد غذایی گسترش یافته است . روش سنتی خشک کردن

مواد غذایی منحصر به استفاده از عوامل طبیعی مانند نور خورشید و باد و غیره می باشد . لیکن در روشهای مدرنی نظیر خشک کردن تصعیدی و غیره عوامل مختلفی نظیر درجه حرارت ، سرعت جریان هوا ، رطوبت نسبی ، جهت جریان هوا ، میزان فشار محیط و غیره تحت کنترل درآمده اند .

گیری از نور خورشید ، بروز تغییرات نامطلوب محصولات در کیفیت محصولات ، به دلیل طولانی بودن زمان فرایند ، عدم اعمال کنترل کافی و مناسب در مراحل مختلف عملیات خشک کردن به علت بروز تغییرات جوی ، عدم وجود آفتاب کافی جهت خشک کردن ، عدم امکان به کارگیری درجه حرارت یکنواخت ، عدم تامین سرعت جریان یکنواخت و بسیاری دیگر از عوامل مؤثر که تحت کنترل نیستند ، کاربرد تکنولوژی های جدید در فرایند خشک کردن مواد غذایی را بیش از پیش ضروری نموده است .

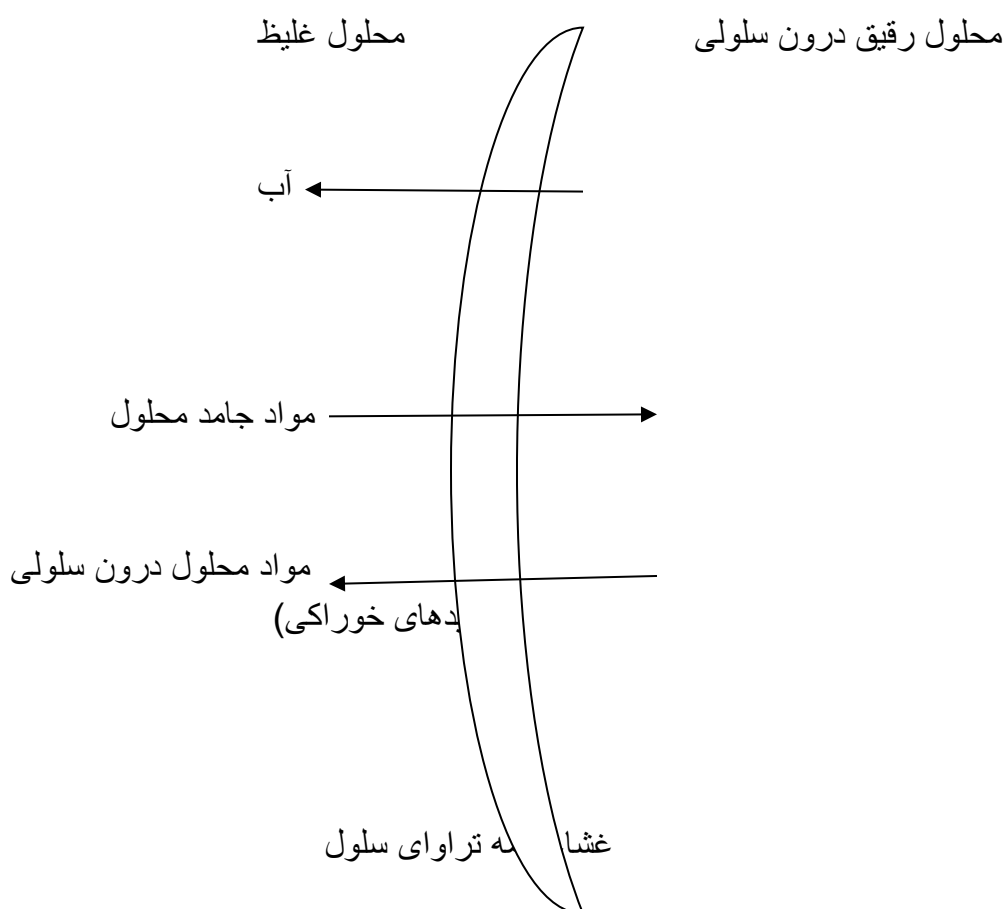
اساس کار فرایند خشک کردن اسمزی :

فرایند اسمز به طور گسترده ای برای آبیگری جزئی از بافتهای گیاهی از بافتهای گیاهی و حیوانی توسط غوطه ور نمودن آنها در محلول غلیظ اسمزی مناسب (مانند محلولهای غلیظی از قندها و نمکها و غیره) به کار برده میشود . این گونه محلولها فشار اسمزی بالاتر و فعالیت آبی کمتری در مقایسه با سلولهای ماده غذایی دارند . با توجه به اینکه دیواره سلولهای ماده غذایی می تواند به عنوان یک غشا نیمه تراوا عمل کند لذا یک نیروی محرکه برای انتشار آب از بافت به داخل محلول و ماده غذایی تأمین میشود . انتشار آب با یک انتشار مخالف و همزمان مواد حل شده از محلول اسمزی به داخل بافت همراه است . طی فرایند اسمز دو جریان مخالف و همزمان از بین غشاء سلولی نیمه تراوا برقرار می شود : -

نفوذ آب از محصول به داخل محلول اسمزی - نفوذ مواد حل شده موجود در محلول اسمزی از محلول به داخل محصول - به علاوه یک فرایند انتقال جرم سوم نیز وجود دارد که در واقع انتقال مواد جامد حل شده موجود در محصول مانند قندها ، اسیدها ، ویتامینها و مواد معدنی به داخل محلول اسمزی است .

در این حالت ممکن است ماده حل شده در محلول دارای خواص تغذیه ای ، بهبود دهنده گسی و محافظتی محصول تولیدی را داشته باشد ، به علت اینکه غشاء سلولها تا حدی می توانند انتخابی عمل کنند . همیشه مقدار کمی از این مواد جامد

محلول در آب از محیط اسمزی به داخل قطعات ماده غذایی وارد میشود . این دو جریان غیر هم جهت تا زمانی که در دو طرف غشای نیمه تراوا (دیواره سلولی) غلظتهای نسبتاً یکسان پدید آید ادامه داشته و پس از آن متوقف خواهند . در شرایط ایده آل ، غشای نیمه تراوا نسبت به مولکولهای حلال تراوایی داشته لیکن نسبت به مولکولهای مواد جامد حل شده ، غیر تراوا است .



همانطور که در شکل فوق مشاهده می شود فرایند خشک کردن مواد غذایی یک فرایند انتقال جرم چند مؤلفه ای است به طوری که همزمان با خروج آب از ماده غذایی ، مواد جامد

موجود در محلول اسمزی به داخل بافت ، یعنی درون سلولها یا فضای بین سلولی نفوذ می کنند . همچنین تراوش مقادیری از مواد محلول درون سلولی از جمله : ساکاریدها ، اسیدهای آلی ، ویتامینها و نمکهای معدنی به درون محلول غلیظ تر صورت می گیرد . هرچند که این جریان کاملاً ناچیز و قابل چشم پوشی است ، ولی از نظر ارزش تغذیه ای و خصوصیات ارگانولپتیکی محصول نهایی می تواند تأثیرات مهمی برجای بگذارد . مطالعات متعددی در زمینه های تأثیر فرایند اسمزی به عنوان یک مرحله مقدماتی در خشک کردن با هوای گرم از نظر خصوصیات محصولات نهایی توسط محققیت مختلف از جمله سره نو و همکاران (۲۰۰۱) صورت گرفته است ، همچنین استفاده از آبگیری اسمزی به عنوان پیش فرایند در خشک کردن توسط میکروویو ، خشک کردن انجمادی ، خشک کردن تحت خلاء ، خشک کردن توسط موجهای مغناطیسی ، خشک کردن به روش همرفتی کاربرد دارد ، ضمناً این فرایند در سرخ کردن تحت خلاء از طریق غوطه وری در محلولهایی با فشار اسمزی بالا نیز قابل کاربرد است

عوامل موثر بر فرایند اسمزی :

عوامل متعددی بر انتقال حجمی در طول فرایند اسمزی اثرگذارند. این میزان گرما از محلول اسمزی نشأت می پذیرد، و همینطور غلظت محلول اسمزی . عواملی همانند املاح ، حضور یونها، گونه ای از عامل اسمزی، فعالیت محلول اسمزی، مدت زمان، اندازه هندسی مواد غذایی، گوناگونی و تنوع مواد غذایی، محلول اسمزی و نسبت عمده مواد غذایی، خواص وابسته به مواد شیمیایی فیزیکی و فشار عملیاتی را در پی می گیرد. هاکس و فیلینک تأثیر دما و مدت زمان فرایند اسمزی در اسمز را مورد بررسی قرار دادند در حالی که تأثیر املاح مورد استفاده را بررسی نمودند. تعدادی از نشریات اخیراً تأثیر این متغیر در میزان انتقال حجمی را توصیف کرده اند. از آنجایی که میزان انتقال حجمی گند پیش می رود، تعدادی از روش ها چ به بهبودی این میزان کمک کردند. این عامل شامل عملکرد جزیی در خلاء می باشد.

کیفیت مواد اولیه :

تنوع و بلوغ میوه ها و سبزیجات به طور عمده با کنترل از دادن آب و جذب مواد جامد در فرایند اسمزی همراه است . در میان میوه های مختلف ، تنوع عمدتاً به فشردگی بافت ، مواد جامد نامحلول و محلول اولیه ، فضاهای بین سلولی و فعالیت آنزیمی میوه مرتبط است.

دمای محلول اسمزی :

مهم ترین متغیر موثر بر انتقال حجمی در طول فرایند اسمزی، میزان درجه حرارت است. بریستین و همکارانش اظهار داشتند که افزایش دما است که منجر به افزایش آب در محلول

اسمزی می شود، در حالی که جذب مواد جامد از میزان حرارت موجود کمتر خواهد بود. رحمان و لمب در سال ۱۹۹۰ اعلام نمودند که املاح در دمای بالا نمی تواند براحتی تعادل اسمزی در آب را ایجاد نمایند است که این کار باعث می شد تا توسط جریان آب از سلول منجر به کار گردد و در نتیجه افزایش املاح کمتر از مواد غذایی را ایجاد نماید. به نظر دمای فرآیند برای ترویج از دست دادن سریع تر آب از طریق تورم غشای سلولی، نفوذ سریع آب در محصول و ویژگی های انتقال حجمی بهتر در محیط اسمزی برقرار می گردد. در همان موقع، مواد جامد موجود در محصول نیز با دماهای بالاتر نفوذ پیدا می کند، و به طور عمده توسط اندازه املاح و غلظت محلول اسمزی ایجاد می شود. ارزش های جذب بالاتر از ۲۹ درجه سانتی گراد احتمالاً به علت تورم غشاء و فرآیندهای غشایی ایجاد می گردد، که نفوذپذیری غشای سلولی به مولکول قند را در خود بهبود می بخشد.

غلظت محلول اسمزی :

کانوی و همکارانش در سال ۱۹۸۳ هاکس و فلینک در سال ۱۹۷۸ و لینارد در سال ۱۹۹۲ گزارش دادند که افزایش غلظت محلول اسمزی در افزایش متناظر از دست دادن آب تاثیرگذار خواهد بود. بنابراین، افزایش غلظت محلول اسمزی منجر به افزایش کاهش وزن می گردد. این ویژگی، فعالیت آب از غلظت محلول اسمزی را در محلول اسمزی نسبت می دهد. مطالعات انجام شده توسط سائورل و همکارانش بدین گونه بود که یک لایه املاح متراکم را در سطح مواد نشان می داد که محلول اسمزی را افزایش می داد. این عملکرد، افزایش اثر آبیگری و از دست دادن مواد مغذی در طول فرآیند را کاهش می دهد. املاح مشابه نیز در مورد محلول های اسمزی با املاح بالاتر وزنی حتی در غلظت کم هم صورت پذیرفته اند. مطالعات انجام شده توسط لازاریدس بر روی سیب ها، غلظت محلول قند به مدت ۳ ساعت را در از دست دادن سریع تر آب بطور همزمان را نشان داد، با این حال، آب زدایی شدیدی در محلول اسمزی وجود داشت که از نظر جذب، بیشتر به مواد جامد موجود در شکر روی آورده بود (کلسیم ۸۰٪ افزایش می یابد). نتایج موجود در مورد تاثیر منفی اسمز در محلول ساکارز که غلظت کمی را دارا بود و همچنین در میوه را گزارش دادند.

گونه ای از عامل اسمزی :

تاثیر بسزایی از محلول اسمزی وجود داشت که در هنگام انتخاب محلول از اهمیت زیادی برخوردار بود. هزینه املاح، سازگاری حسی با محصول نهایی و جریان اضافی ایمن توسط املاح ایجاد گشتند که این عوامل در انتخاب عوامل اسمزی در نظر گرفته شدند. چندین املاح در محلول های پرفشار برای آب زدایی اسمز مورد استفاده قرار گرفتند.

لینارد و فلینک محلول های مختلفِ اسمزی در غلظت ثابت جامد را مورد مقایسه قرار دادند که مخلوط ساکارز و محلول نمک را در محصول شیمیایی آب در مقایسه با محلول ساکارز بطور گسترده ای کاهش می داد، گرچه میزان انتقال آب مشابه بود. این عمل به جذب بیش از حد نمک نسبت داده شد. مطالعات بیشتر توسط همان کارگران در مورد تجزیه و تحلیل توزیع مواد، تفاوت عمده ای را بین منحنی توزیع اسمزی برای کم آبی بدن در سوکروز و یا محلول نمک را نشان داد. تجزیه و تحلیل ها نشان داد که ساکارز در لایه زیرین انباشته شده است و در نتیجه منجر به فشرده سازی بافت سطوح می شد. در نهایت، افزایش غلظت نمک منجر به فعالیت کم محلول آبی می شد و با این حال افزایش نیروی محرکه را نیز به همراه داشت. علاوه بر میوه ها و سبزیجات، محلول شکر و نمک نیز برای کم آبی بدن از محصولات حیوانی استفاده نمود. جذب گسترده مواد جامد، اشکال عمده ای را در برابر استفاده از ساکارز، نمک و یا ساکارز مخلوط شده و محلول های نمک را نشان می داد و این بسبب تاثیر منفی فوق الذکر در هر دو عامل کیفیت محصول می بود. زبان اننت

زمان غوطه وری :

نگه داشتن غلظت به طور ثابت راه حلی، برای افزایش زمان غوطه وری که منجر به افزایش از دست دادن آب، اما میزان نرخ افزایشی را کاهش می دهد. مطالعات بر روی بهینه سازی مدت زمان فرآیند اسمزی نشان داد که مبادله جرم در محل در دو ساعت اول حداکثر نرخ درمان اسمزی دارد. گاسپارترو در (۲۰۰۳) و مائورو در (۲۰۰۴) گزارش دادند که زمانی که برش موز و سیب در بریکس ۷۰ و ۵۰ غوطه ور کنیم به ترتیب، درجه حرارت از دست دادن آب و افزایش قند، محلول اسمزی ۵۰ به مدت ۳ ساعت زمان غوطه وری بهینه را به همراه دارد. روش اسمزی پیرو خشک کردن با هوای ۶۰ درجه حرارت و سرعت هوای ۲ متر بر ثانیه را تا وزن ثابت نشان داده است.

نسبت وزنی محلول اسمزی به محصول :

با افزایش محلول اسمزی نسبت به نمونه ، نرخ اسمز تا حدودی افزایش می یابد . با این حال، ضروری است یک نسبت بهینه از نسبت بزرگ پیشنهادی برای به دست آوردن مخلوط شربت میوه برای انجام پروسه استفاده شود . نسبت ۱: ۲ یا ۱: ۳ بهینه برای اهداف عملی است.

شکل، اندازه و ضخامت تکه های میوه :

از دست دادن آب با افزایش مساحت سطح قطعه میوه افزایش می یابد. پاناکئوتو و همکاران آن در سال (۱۹۹۸) مشاهده کردند اندازه نمونه میوه اثر منفی برآز دست دادن آب در طول درمان اسمزی دارد. رحمان (۱۹۹۲) مشاهده کرد که ضریب توزیع آب با کاهش دما و سطح آن و با افزایش در غلظت شربت و ضخامت حداقل ابعاد هندسی افزایش یافته است. به طور کلی، حجم نمونه ۳ میلی متر تا حداکثر ۱۰ میلی متر در اشکال مستطیل، حلقه یا مکعب برای استفاده در فرآیند اسمز پیشنهاد می شود .

خشک کردن تکمیلی :

در فرایند آبیگری اسمزی میوه با محلولهای غلیظ ساکارز بیشتر از ۵۰٪ آب موجود در قطعات میوه با استفاده از این محلولها گرفته می شود . اما بعد از این فرایند قطعات میوه خیلی نرم بوده و در معرض فساد توسط انوای میکروارگانیزمها می باشند . بنابراین برای رسیدن به یک پایداری میکروبیولوژیکی می بایست محتوی آب میوه با یکی از روشهای خشک کردن کاهش یابد . این روشها به فصول در زیر بیان شده :

خشک کردن مواد غذایی با استفاده از مایکروویو :

در خشک کردن به روش مایکروویو بدلیل آنکه انتقال گرما به روش هدایت صورت نمی گیرد بلکه گرما در کل بافت ماده غذایی تولید میشود لذا سرعت انتقال حرارت سریعتر از سایر روشهای خشک کردن مرسوم می باشد بطور کلی فواید استفاده از انرژی مایکروویو در خشک کردن سبزیجات و میوه جات عبارتند از : کاهش زمان خشک کردن و افزایش کارایی فرایند خشک کردن ، کاهش خشک شدن بیش از حد سطوح خارجی و حرارت دادن همگن تر ، ایجاد فراورده متخلخل و بهبود یا افزایش ویژگی آبیگری مجدد ، کاهش چروکیدگی و کاهش مصرف انرژی .

خشک کننده همرفتی اسمزی :

اکثر عملیات های خشک کننده مصنوعی مبتنی بر خشک کننده های هوای گرم هستند، جایی که هوا از اکسیده شدن سوخت های فسیلی و یا با استفاده از بخاری برقی های قبلی از طریق محصول گرم می شوند. مطابق با نظر بکه و در سال ۲۰۰۳، خشک کننده عادی همرفتی حدود ۸۵ درصد از تمام خشک کننده های صنعتی را تشکیل می دهد. گرمایش هوا قبل از خشک کننده، بیشترین فرآیندهای انرژی را در صنایع

فرآوری شده مواد غذایی ایجاد می کند. بنابراین، متفکران جدید در فن آوری روش های خشک کننده جهت به حداقل رساندن تقاضای انرژی بسیار مهم قلمداد می گردند. صنایع غذایی می تواند پول زیادی را با اجتناب از تقاضای انرژی پرهزینه و مواد زاید حفظ کند. بیدی در سال ۱۹۹۵ اظهار داشت که بهبود در بهره وری انرژی تنها ۱٪ می تواند در نتیجه افزایش ۱۰٪ از سود منجر شود. به گفته این نویسنده، انرژی را می توان (الف) با کاهش زمان خشک کننده، (ب) اجتناب از هدر رفتن گرما، (هدر رفتن گرما با هوای خروجی، هدر رفتن گرما با محصول، هدر رفتن گرما از خشک کننده، هدر رفتن گرما به دلیل نشت هوا از خشک کننده، و هدر رفتن گرمای محصولات) ، و (ج) بازیابی گرما از گاز خروجی و محصول خشک شده ذخیره نمود. با کاهش حجم رطوبت قبل از مرحله خشک کننده نهایی، زمان خشک شدن و میزان گرما را می توان به طور قابل توجهی کاهش داد. بنابراین، خشک کردن اسمزی بعنوان گام بالایی قبل از رسیدگی به فرآیند خشک کننده همرفتی قادر خواهد بود تا تقاضای انرژی برای گرمایش و تبخیر رطوبت محصول را کاهش دهد.

انتقال آب در حالت مایع به جای حالت گازی اجازه می دهد تا گرمای نهان تبخیر ایجاد گردد و تنها مقدار کمی از گرمای محسوس با میعانات گازی را در خود بگنجاند (رحمان و پیرا)، از دست داد. در سال ۲۰۰۷ نشان داد که، تقریباً ۹۹٪ از برنامه های کاربردی در خشک کننده ها شامل انتقال آب است که انرژی بالایی را به دلیل گرمای نهان تبخیر بالای آب که ۲۲۷۶ کیلوژول بر کیلوگرم در ۱۰۰ درجه سانتیگراد را مصرف می کند. آب بیشتر نیاز به انتقال در طی فرایند خشک کننده همرفتی دارد، گرمای نهان تبخیر؛ بیشتر از انرژی کسب می شود. اما با کاهش حجم رطوبت از محصول در جریان بالایی فرآیند خشک کننده از طریق انتقال خشک کردن اسمزی همراه است، و می تواند تقاضا برای انرژی را کاهش دهد. بعنوان مثال میوه و سبزیجات تازه حاوی ۷۵ الی ۹۵٪ آب می باشند و یکی از راههای کاهش این مقدار آب قبل از فرآیند خشک کننده در خشک کردن اسمزی می باشد. همانطور که گفته شد، این فرایند می تواند تا ۵۰٪ از آبی که در میوه و یا سبزیجات است را جابجا کند (راواگارا و راستوگی). از این رو، نسبت به گنجایش آب اولیه، تقاضای انرژی برای انتقال آب باقی مانده مورد قیاس قرار گرفت.

آب زدایی سبب از راه تراوش هیچ میزانی را در جهت خشک کننده همرفتی در طول زمان نشان نمی دهد، چراکه محتوای آب در مقدار بحرانی حالات زیر قرار گرفته و کل انرژی مصرفی را از ۲۴ تا ۷۵ درصد کاهش می دهد، و این بسته به شرایط فرآیند و روشی دارد که جهت از سرگیری آب زدایی محلول ایجاد می گردد (کودرا، ۲۰۰۹). به گفته همان نویسنده، خشک کننده همرفتی از بیهوده مصرف کردن سبب ~ ۵۰۰۰ کیلوژول / کیلوگرم آب تبخیر می نماید، و نزدیک به ۴۰ درصد از آب را در طول دوره سرعت تبخیر ثابت نگه می دارد، حتی اگر ۱۰ تا ۲۵ درصد در زمان خشک شدنش با توجه به لایه سطحی آن کاهش یابد. راندمان مصرف انرژی از خشک کننده همرفتی اسمزی نسبت به روش خشک کننده همرفتی معمولی از تکه های سبب نشان داده شده است (استرومیلو و آدامیس، ۱۹۹۶). نتیجه تایید شده بدین طریق است که سود قابل توجهی از درمان اسمزی قبل از خشک کننده همرفتی برای به حداقل رساندن انرژی مورد نیاز در فرایند کلی مد نظر قرار گرفته شده است. از سوی دیگر، گرابوسکی و همکارانش در سال (۲۰۰۲) اشاره کردند که آب زدایی زغال اخته تازه در رطوبت بالا در حدود ۸۷٪

به انجام می‌رسد، اما پایان آب زدایی زغال اخته از طریق تراوش در حدود ۵۰ درصد آغاز خواهد شد. این بدین معناست که ذخیره انرژی در حدود ۲۱۵۰ کیلوژول از انرژی در هر کیلوگرم را می‌توان هنگامی که همرفتی در بستر مایع ارتعاشی و یا روشهای خشک کننده به دست می‌آید را در روند فرایند اسمزی دنبال نمود (کودرا ۲۰۰۹).

خشکاندن انجمادی اسمزی :

فرایند خشکاندن انجمادی عمدتاً شامل دو مرحله است: (۱) محصول منجمد شده، و (۲) محصول خشک شده توسط تصعید مستقیم از یخ تحت فشار کم. فرآورده های خشکانده شده انجمادی را می‌توان برای مدت زمان بیشتری ذخیره نمود، بسیاری از خواسته های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و خواص حسی از محصولات تازه را حفظ می‌نماید. در خشکاندن انجمادی، مواد منجمد شده در فشار پایین تری از نقطه سه گانه قرار گرفته و بخاطر تصعید یخ به بخار، گرم شده است. معمولاً این روش برای خشکیده شدن محصولاتی با کیفیتی بالا، که شامل اجزای تحریک پذیر به گرما است مورد استفاده قرار می‌گیرد. از سوی دیگر عدم وجود هوای بالقوه و جلوگیری از وخامت دمای پایین به علت اکسیداسیون شیمیایی محصول و ارائه محصولات بسیار رخنه پذیر، با نرخ آبرسانی بالا موجب برپایی چنین روشی می‌گردد. با این حال، خشکاندن انجمادی فرآیندی کند و پرهزینه است (سرمایه بالا و هزینه های عملیاتی) و عمدتاً برای محصولات با ارزش تر مورد استفاده قرار می‌گیرد (کوهن و یانگ، ۱۹۹۵) و بدین خاطر، استفاده از آن در طیف گسترده ای از میوه ها و سبزیجات محدود شده است (هامامی و رنه، ۱۹۹۷). با توجه به این، زمان پردازش طولانی مدت به انرژی اضافی جهت خنک نگه داشتن محصولات و واحدهای کمپرسوری نیازمند است، که منجر به فرآیندی بسیار گران قیمت برای بازرگانی می‌شود. زمان ممتد پردازش در طول انجمادسازی و فرآیندهای تراکمی عمدتاً بسبب بالا بودن آب محتوای میوه ها و سبزیجات بدین صورت شکل پذیرفته است. کاهش سطح رطوبت محصولات تا حدی منجر به این شد که چنین امکانی وجود دارد که زمان پردازش و تقاضای انرژی تا حدی کوتاه تر شوند.

رابرت و همکارانش در سال (۱۹۹۷) تاثیر خشک کردن اسمزی از میوه کیوی را در طول فرایند انجمادسازی انجام دادند. اولین بار آنها آزمایش را با زیر آب قرار دادن کیوی تازه در ۶۸٪ محلول آبی ساکارز به مدت ۳ ساعت انجام دادند، سپس این آزمایش را در معرض فشار هوا با سرعت ۳ متر بر ثانیه و دمای منفی ۳ درجه سانتی گراد انجام دادند. این آزمایش نشان داد که انجماد در دمای پایین تر در محصول آب زدایی شده و درجه حرارت معین ۱۸ درجه سانتی گراد در ۱۹-۲۰ دقیقه آغاز می‌شود، که حدوداً ۲۰-۳۰ درصد سریعتر از کیوی ای است که مورد آزمایش قرار داده بودیم، که به زمان انجماد ۲۳-۲۴ دقیقه نیاز داشت. به طور کلی، آب کمتر در مواد غذایی همیشه باعث ایجاد نقطه انجمادی پایین تر و زمان کوتاه تر می‌شود و در نتیجه گرمای کمتری را برای جابجایی در نظر می‌گیرد (اسپیازی ۱۹۹۸). این ثابت می‌کند که کاهش رطوبت مواد غذایی می‌تواند در طول انجماد هم رخ دهد که تاثیر قابل توجهی در کاهش انرژی را نیز دنبال دارد.

توزیع انرژی و میزان مصرف عملیاتی افراد فرایند خشکاندن انجمادی توسط لیو و همکارانش در سال ۲۰۰۸ ایجاد گردید. آنها شرایط مختلف بهره برداری در هدر رفتن انرژی را طی سه مرحله از عملیات مورد بررسی قرار دادند. با توجه به نتیجه حاصله، مصرف انرژی در خشکاندن اولیه محصول به ۳،۷٪ رسید، تراکم سازی در حالت گازی به ۳۱،۸٪ و کل انرژی ورودی در پمپ های خلاء به ۲۳،۳٪ رسید. کاهش در مقدار رطوبت حاصله از طریق فرایند اسمزی منجر به کاهش انجماد، خشکاندن اولیه و بارهای متراکم شده، و در نتیجه کاهش تقاضای انرژی گردید.

خشک کننده موج های مغناطیسی اسمزی :

عمده ترین ایراد روش خشک کننده هوای گرم از دیدگاه بهره وری انرژی، طولانی تر شدن زمان خشک کننده، دمای بالا برای خشک کننده و در نتیجه مصرف انرژی بالا است که ممکن است آب در ۶۰۰۰ کیلوژول / کیلوگرم تبخیر گردد (موجودمدار و منون سال ۱۹۹۵ و آلیاس در سال ۲۰۰۷). به موجب این محدودیت در مقیاس فوق، عمل کمک به خشک کننده به عنوان یک راه حل جایگزین مورد استفاده قرار گرفت. انتقال آب با روش خشک کننده ریز موج زمانی که با خشک کننده همرفتی مقایسه می شود، دارای مزایایی است که در زیر بدان ها اشاره می کنیم: گرمای سریع و حرارتی، بالاتر بردن سرعت خشک کننده، کوتاه تر کردن زمان خشک کننده، توزیع بیشتر انرژی همگن در سراسر مواد و بالاتر بردن کیفیت محصول و کاهش مصرف انرژی. (سانگا و همکارانش، ۲۰۰۰؛ ژانگ و همکارانش، ۲۰۰۶). با این حال، روند خشک کننده امواج ریز مغناطیسی می تواند هزینه های بسیار بالایی را به همراه داشته باشد. علاوه بر این، تکنولوژی به انرژی برقی نسبتاً گرانی نیازمند است، و با توجه به این محدودیت، تنها در مراحل نهایی خشک کننده (پایان خشک شدن)، در جایی که می تواند بازده بیشتری را نسبت به هوای گرم دهد، می تواند مورد استفاده قرار گیرد (گوناسکاران ۱۹۹۹).

تشعشع ریز موج ها حرارت حجمی سریع تری را در مواد مرطوب ایجاد می کند که با تغییر دادن میدان الکترومغناطیسی، به تعامل اولیه با مولکول های قطبی آب و یون های موجود در مواد غذایی می رسد (وریس و همکارانش، ۲۰۰۷). در مقایسه با خشک کننده همرفتی، خشک کننده امواج نیز ذخیره قابل توجهی از انرژی را به همراه دارد، که با کاهش بالقوه زمان خشک کننده تا ۵۰ درصد را ایجاد می کند و علاوه بر این منجر به مهار دمای مواد موجود نیز می گردد. (مک لوقلین و همکارانش، ۲۰۰۳). بدلیل عملکرد حرارتی خاص و راندمان گرمایشی بالا، رسایی امواج الکترومغناطیس جهت کمک به بسیاری از فرایندهای خشک کننده با موفقیت بالایی مواجه شده است. مطالعات متعدد نشان می دهد که قبل از خشک کننده امواج ریز می توان زمان خشک کننده را کاهش داد و در نتیجه عمل خشک شدن هزینه بر خواهد شد (دروزاس و شوبرت، ۱۹۹۶). به منظور کمک در بهبود عملکرد خشک کننده امواج، ترکیبات بسیاری وجود داشت که مورد مطالعه قرار داده شد. ترکیباتی از خشک کردن اسمزی با خشک کننده همرفتی امواج رو به رو بود، که در تولید میوه های خشک و سبزیجات با مزایای کاهش انرژی ارائه گردیده شد. این روزها آب زدایی جزئی ای با روش اسمزی ارائه گردید که به طور گسترده ای قبل از خشک کننده امواج بعنوان وسیله ای برای کاهش زمان پردازش و در نتیجه محدود کردن مصرف انرژی

و بهبود در ویژگی های حسی بکار گرفته شد (ارل و شوبرت، ۲۰۰۱؛ و همکارانش، ۲۰۰۴).

مطابق با کار آل هاراشان و همکارانش در سال (۲۰۰۸)، بر روی تفالهء گوجه فرنگی (که شامل ۳۳٪ دانه، ۲۷ درصد پوست و ۴۰٪ پالپ بود) تراوش قبل از بررسی، قبل از آزمایش خشک کننده امواج انجام شد، و انها متوجه شدند که خواص دی الکتریک محصول با افزایش عامل از دست دادن دی الکتریک همراه است و کاهش دی الکتریک در آن ثابت خواهد ماند که در نهایت موجب افزایش سرعت خشک کننده خواهد شد. ثابت دی الکتریک نشان دهنده ظرفیت و توانایی مواد در جهت ذخیره انرژی الکتریکی است، آن هم زمانی که در یک میدان الکترومغناطیسی واقع شده است. عامل از دست دادن دی الکتریک نشان دهنده مقاومت و توانایی مواد به هدر دادن انرژی الکتریکی به صورت گرما در طی سیستم گرمایشی الکترومغناطیسی است. خشک کردن اسمزی در قارچ با محلول نمک ۱۰ و ۱۵ درصد کاهش می یابد و آب زدایی امواج را تا ۱۰-۲۰٪ کاهش می دهد (تورینگا و همکارانش، ۲۰۰۱) انجام شده است. علاوه بر این، پروتون و همکارانش نشان دادند که از راه تراوش، مکعب های سیب در ۵۰٪ ساکارز خشک می شوند و سپس آنها را به کمک امواج خشک می کنند که کاهش زمان خشک شدن به ۱۰ درصد رطوبت هم می رسد.

همانطور که لی و راماسوامی در سال ۲۰۰۶ بیان نمودند، گرمای همزمان امواج و اسمز، دارای مزایایی است که دو برابر در عملکرد خشک شدن رطوبت و کاهش جذب مواد جامد در محلول اسمزی سرعت می بخشد. علاوه بر این، و راماسوامی اثر اسمزی خشک کننده را تحت شرایط مختلف اسمزی مورد مقایسه قرار داد: خشک کننده امواج ریز اسمزی در حالت ترشح، خشک کننده امواج ریز اسمزی در حالت غوطه وری، خشک کننده تراوش معمولی در حالت ترشی و خشک کننده معمولی در حالت غوطه وری در دو ترکیب ساکارزی و دمای. از دست دادن آب در حالت ترشی حدوداً ۳۵ درصد در مقایسه با روش ترشی و خشک کننده در حالت غوطه وری بود که رطوبت از دست رفته آن کمتر از ۱۲٪ آن هم در مدت زمان ۳۰ دقیقه بود.

افزایش قدرت جذب در طول نتایج گرمایشی امواج ریز، موجب افزایش میزان مصرف انرژی در بخش حجیمی از آب می گردد. یک معادله برای میزان مصرف انرژی در واحد حجمی آب در امواج ریز وجود دارد که بطور متناوب به منبع تغذیه که توسط بیودری و همکارانش در سال ۲۰۰۳ و یانگ ساواچیگول و گاناسکاران در سال ۱۹۹۶ پیشنهاد شده بود کمک کرد. با این حال، انرژی عرضه شده توسط هوای گرم و تقاضای انرژی از خلاء در طول فرآیند خشک کننده مورد محاسبه قرار نگرفت. سطح توان بالاتر و حجم رطوبت مواد اولیه از راه تراوش از عملکرد بهتر انرژی گزارش شده بود.

علاوه بر خشک کننده امواج، فن آوری خشک کننده امواج در خلاء بعنوان یک روش جایگزین برای کاهش هزینه و بهبود در کیفیت مواد غذایی مورد بررسی قرار می گیرد (دروزاس و همکارانش، ۱۹۹۹). استفاده از امواج ریز مغناطیسی برای غلبه بر این مشکل شایع با انتقال حرارت در خشک کننده خلاء ارتباط دارد. نرخ کم آبی برای امواج خشک کننده در خلاء همیشه سریع تر بوده و ۳۳ دقیقه تا خشک

شدن تکه های هویج از ۹۱,۴٪ تا ۱۰٪ امواج در خلاء (پایه مرطوب) طول می کشد، از آنجایی که به ترتیب ۸ و ۷۲ ساعت با گرمای هوا و روش خشکاندن منجمدات مورد مقایسه قرار می گیرد (لین و همکارانش، ۱۹۹۸). عملیات اسمزی قبل از خشک کننده امواج در خلاء ترکیبی از مزایای عملیاتی واحد در راهی منحصر به فرد را مورد استفاده قرار داده است. از آنجا که هیچ انتقال فازی در فرایند اسمزی صورت نمی گیرد، مصرف انرژی نیز کم خواهد شد، حتی اگر محلول رقیق شده دوباره تبخیر گردد (ارل و شوبرت، ۲۰۰۱). بر این اساس، خشک کننده امواج در خلاء، جهت تولید محصولات با کیفیت بالا و با کاهش هزینه انرژی مورد استفاده قرار گرفته است. این روش ترکیبی، محصولات غذایی با خواص قابل مقایسه با روش خشکاندن منجمدات را در زمان کوتاه تر به انجام می رساند و در نتیجه هزینه های پایین تری را متقبل می گردد. در مقایسه با دیگر فن آوری های پیشرفته (بعنوان مثال یخ خشک) خشک کننده امواج در خلاء از لحاظ اقتصادی بصره تر است و بعنوان سریعترین و پیشرفته ترین خشک کننده عمل می نماید و در نتیجه اجازه می دهد تا توان عملیاتی بالاتری برای ابعاد مختلف در گیاه ایجاد شود (آهرنز و همکاران، ۲۰۰۶).

خشک کننده اسمزی موجود در خلاء

روش خشک کننده امواج موجود در خلاء فشار کمتری را به خود تحمیل می نمایند و به طور همزمان منبع حرارتی کمی را قرار می دهند. امواج در خلاء این اجازه را می دهند تا آب به بخار در دمای پایین تر از شرایط جوی تغییر یابد، و در نتیجه مواد غذایی را بدون قرار دادن در معرض دمای بالا و اکسیژن پایین موجود در اتمسفر کاهش داد. بطور کلی، رنگ، بافت، طعم و خلاء و یا خشک کننده امواج موجود در خلاء، محصولات را با محصولات خشک شده در هوا مورد قیاس قرار داد.

جریان فشار وارده، مکانیسم عمده ای از انتقال آب از مواد غذایی است. از آنجایی که کاهش فشار در یک محفظه باعث خشک شدن آن می شود، می توان از روش گران تری که اغلب به عنوان یک خشک کننده ثانویه بحساب می آید استفاده نمود. مدت زمان فرایند خشک کننده در خلاء عمدتاً به سطح آب بستگی دارد و منجر به کاهش سطح فشار می گردد. انرژی و کاهش تقاضای فشار برای انتقال آب از مواد غذایی را می توان با ترکیب عملکرد اسمزی قبل از خشک شدن در خلاء به حداقل رساند. عمدتاً این روش بیشتر برای میوه ها و سبزیجات که بسیار غنی شده در رطوبت اند سودمند می باشد، اما خشک کردن اسمزی می تواند به کاهش درصدی از رطوبت ۳۰-۵۰٪ منجر شود. برای میوه ها فعالیت آبی بالا و تخلخل بالا ایجاد می گردد، از اسمز با فشار خلاء نسبت به روند فشار اتمسفر می توان استفاده نمود. در همین حال، شی و همکارانش در سال ۱۹۹۵ اثرات درمانی خلاء در انتقال حجمی آب را در طول خشک کردن اسمزی از میوه ها مورد ارزیابی قرار دادند، و این مورد را تایید نمودند که فرایند اسمزی در خلاء، امکان دارد که نفوذش را در انتقال آب در دماهای پایین را گسترده سازد. بیودری و همکارانش در سال ۲۰۰۴ چهار روش خشک کننده از خشک کننده ها را مورد مقایسه قرار دادند و دریافتند که سرعت خشک کننده

اسمزی در خلاء نسبت به روش خشک کننده امواج اسمزی بالاتر است. علاوه بر این، کاهش در فشار باعث گسترش گاز محصور در منافذ و ایجاد خلل در آن می گردد، در نتیجه افزایش سرعت انتقال حجمی را در پی خواهد داشت (رحمان، ۲۰۰۷). این فرایند به شدت به نفع جذب املاح از طریق افزایش سطح موثری از انتقال حجمی بوده، و ناشی از جایگزینی گاز در منافذ با محلول اسمزی می باشد (فیتو و همکارانش، ۱۹۹۴؛ چیرالت و همکارانش، ۱۹۹۹). بنابراین از اسمز در فشار خلا در طول فرایند اسمزی موجود در اتمسفر استفاده می شود و انتقال حجمی بین هر دو فاز را افزایش می دهد (فیتو و همکارانش، ۲۰۰۲). از این رو مجموع تراکمی مزایای بالا، میزان خشک کننده و انتقال سریع حجمی که اثر قابل توجهی را در روند کاهش انرژی را دارا می باشد را تقویت نمود.

خواص املاح مورد استفاده در اسمز :

مطالعات نشان می دهد که خواص مواد شیمیایی-فیزیکی املاح، آب زدایی اسمز را تحت تاثیر قرار می دهد. نویسندگان تصریح کردند که وزن عضلانی، حالت یونی و حلالیت املاح در آب علت تمایز در عمل املاح اسمزی است. علاوه بر این، اندازه عضلانی از املاح اسمزی نیز اثر قابل توجهی را در آب زدایی نسبت به مواد جامد دارا می باشد. بعنوان مثال، معادل عمده دکستروز ذرت، مواد جامدی اند که به جذب قند علاقه نشان می دهند و در نتیجه آب زدایی پایین تری را به نسبت افزایش قند و بالعکس انجام می دهند.

فرایند اسمزی نیز با تاثیر اسیدیته محلول اسمزی همراه است. موی و همکارانش مشاهده کردند که اسیدی شدن میزان انتقال آب با تغییر در خواص بافت اسیدی همراه است که بافت میوه ها و سبزیجات را افزایش می دهد. کنترراس و سمیرل متوجه شدند که انتقال آب در اسیدیته = ۳ برای حلقه های سیب از شیربه ذرت استفاده می کنند. در اسیدیته = ۲ از حلقه سیب شاید بخاطر عمل هیدرولیز و پلیمریزاسیون از پکتین، این عملیات بسیار سبک به انجام می رسد. با این حال، ثبات و استحکام در مقادیر اسیدیته بین ۳-۶ حفظ شده بود.

فعالیت محلول اسمزی :

کنترراس و سمیرل در سال ۱۹۸۱، هکس و فلینک در سال ۱۹۷۸، و لنارد و فیلینک در سال ۱۹۸۴ گزارش دادند که عمل آب زدایی اسمزی با فعالیت محلول اسمزی در اطراف نمونه برقرار می گردد که منجر به افزایش آن می شود. فعالیت بیمه بطور مستمر با سطح نمونه و محلول اسمزی همراه است و بر آن متمرکز شده است و منجر به تامین امنیت در محصول می شود. بنابراین، این فعالیت می تواند تاثیر فوق العاده ای در کاهش وزن داشته باشد، و در هر زمان از مواقعی از زمان انتقال آب با مقاومت انتقال حجمی مشخص شده همراه گردد؛ این مورد زمانی اتفاق می افتد که آب سطح ذرات را ترک نموده باشد، و به آهستگی در حال حرکت باشد.

مزایا و معایب :

فرایند آبگیری اسمزی به دلیل حفظ پایداری ، ایجاد کیفیت بالا ، اصلاح خصوصیات کاربردی و کاهش مصرف انرژی در طی سالهای اخیر مورد توجه محققین قرار گرفته است . استفاده از مواد و محلولهای اسمزی با غلظت بالا مانند محافظی برای قطعات مواد غذایی در مقابل تغییر رنگ در اثر واکنشهای قهوه ای شدن آنزیمی عمل می کند . بنابراین بدون استفاده از مواد شیمیایی مضر نظیر دی اکسید گوگرد می توان رنگ مناسب و ایده آلی در محصول ایجاد کرد . با توجه به اینکه آب میوه در خلال فرایند اسمز زدوده می شود ، همراه آب مقداری از اسیدهای موجود در بافت محصول نیز خارج می شوند . این کاهش در محتوای اسید به همراه جذب مقادیر کمی از مواد جامد محلول در محیط اسمزی به وسیله بافت محصول ، سبب ایجاد طعمی مناسب در محصول نهایی می شود . محلولهای اسمزی به کار رفته باید فعالیت آبی پایینی داشته باشند و تقریباً تمام مواد حل شده در آنها برای سلامتی بی ضرر باشد انجام فرایند اسمز بسیاری از خصوصیات کیفی مواد غذایی را اصلاح می کند . علاوه براین به کار گیری فرایند اسمزی در خشک کردن میوه ها و سبزیجات فواید زیر را دربر دارد :

کاهش

واکنشهای مخرب حرارتی که باعث کاهش تغییرات منفی روی رنگ ، عطر ، طعم میوه می شود . استفاده از دماهای پایین کمتر از ۴۵-۵۰ درجه سانتی گراد جهت بهبود رنگ ، عطر و طعم محصول نهایی مؤثر است .

غشاهای سلولی به طور کامل برای مواد اسمزی غیر قابل نفوذ نیستند و تا حدی به مواد اسمزی اجازه نفوذ می دهند . به علاوه قسمتی از مواد با وزن مولکولی پایین در کنار آب قابلیت انتشار پیدا می کند . نتیجه این امر داشتن طعم ملایم و شیرینی نسبی آن در مقایسه با مواد فرایند نشده است .

کاهش تماس مواد غذایی با اکسیژن هوای محیط : به دلیل غوطه ور نمودن مداوم میوه در محلول اسمزی یک فرایند بدون تماس با اکسیژن بوده و منجر به حذف هزینه های آنزیم بری و گوگرد زنی و همچنین تخریب دیواره سلولها و چروکیدگی در محصول نهایی خشک شده میشود ، همچنین از کاهش ارزش تغذیه ای محصول جلوگیری می شود . امکان تغییر در ترکیب محصول و اصلاح ویژگیهای آن : با کنترل انتقال مواد جامد محلول و با انتخاب محلول مناسب می توان ارزش تغذیه ای ، بافت ، رنگ ، پایداری و ایمنی محصول نهایی را بهبود بخشید و راهی برای فرمولاسیون مستقیم محصول فراهم کرد . در صورت استفاده از فرایند آبگیری اسمزی امکان باقی ماندن لایه نازکی از قند بر روی محصول خشک شده وجود دارد که باعث چسبناک شدن محصول میشود که آبکشی و فرو بردن سریع محصول در آب در رفع این نقیصه مؤثر است ، ولی محصول باید قبل از بسته بندی مجدد خشک شود .

علی رغم فواید شناخته شده اسمز ، کاربرد صنعتی آن هنوز محدود است و مشکل به استفاده مجدد از محلول اسمزی و کنترل جذب مواد جامد نا مطلوب به داخل محصول مربوط می شود . از دیگر مشکلات فرایند اسمزی مربوط به از دست دادن مقدار کمی از املاح و ذرات مواد غذایی نظیر اسیدهای آمینه ، پروتئین ها ، رنگدانه ها و رایحه ی عطر و طعم ، و دیگری

مربوط به تغییر میزان اسیدیته و فعالیت آبی است .

در طی خشک کردن اسمزی آلودگی میکروبی که توسط مخمرها که غالب آنها لاکتیکی می باشد اتفاق می افتد که باید کنترل لازم برای فعالیت این گونه باکتریها را داشته باشیم و کنترل محیط از نظر CCP و HCCP گردد.

برای دسترسی میوه در تمام طول سال و سالم ماندن آن می توان قبل از انجماد آنرا به روشهای اسمزی آبگیری نمود تا کاهش محتوای آب باعث تشکیل کریستالهایی که باعث تغییرات فیزیکی شدید می شوند جلوگیری نمود . برای حفظ ماده غذایی مانند گوشت ، سبزیجات ، میوه جات به جای یخ از آب یخ استفاده می شود .

در این فرایند فعالیتهای آنزیمی و شیمیایی و میکروبیولوژی به حداقل خود می رسد و همچنین از تشکیل کریستال در میوه های با رطوبت بالا جلوگیری می شود

بهینه سازی شرایط فرایند اسمزی :

پتانسیل اسمزی یک محلول ، به مجموع کل تعداد ذرات حل شده در آن (به صورت یون یا مولکول) بستگی دارد . به همین دلیل برای افزایش نیروی محرکه در محلولهای اسمزی لازم است که از موادی که با حل شدن ذرات بیشتری را در محلول ایجاد می کنند استفاده گردد . اغلب نمکها مانند کلریدهای پتاسیم ، سدیم ، کلسیم از این گروه اند . از آنجا که یک مول کلرید سدیم در محلول به دو مول یون سدیم و کلر تجزیه می شود ، لذا یک محلول نیم مولار کلرید سدیم دارای پتانسیل اسمزی تقریباً مساوی با محلول یک مولار ساکارز در همان شرایط دما و فشار است . به عبارت دیگر فشار اسمزی حاصل از محلول ۳۴۱ گرم در لیتر برابر با محلول ۲۹/۲۵ گرم در لیتر نمک کلرید سدیم خواهد بود . به همین دلیل می توان برای افزایش شدت فرایند خشک کردن مواد غذایی به روش اسمزی از برخی از نمکها که برای سلامتی انسان خطرناک نیست استفاده نمود .

کلرید کلسیم برای کاهش نرمی سبب طی مدت انبارداری به میزان ۰/۳ درصد به کار برده شده است . زیرا کلسیم با ترکیبات سلولی مانند غشاء و پروتئینهای دیواره سلولی واکنش می دهد . کلسیم همچنین با پکتین تشکیل شبکه پلیمری را می دهد که باعث افزایش نیروی مکانیکی می شود .

چون در فرایند اسمز ، محصول به ملایمت و در دمای پایین آبگیری می شود ، بنابراین گسترش و افزایش طعم نامطلوب به مقدار قابل توجهی محدود می گردد . فرایند آبگیری اسمز صدمه حرارتی

به رنگ و طعم را به حد اقل می‌رساند. ولی از طرف دیگر باعث حذف تعدادی از اسیدهای آلی میوه‌ها می‌شود. با این وجود حذف اسید میوه‌ها و اضافه شدن مواد قندی در برخی از میوه‌ها منجر به تغییر و کاهش شدت طعم آنها می‌شود.

بونگیروار و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که وقتی نمونه‌های خشک شده اسمزی و نمونه‌های خشک شده با هوای گرم، مدتی در انبار نگهداری می‌شود رنگ فراورده خشک شده اسمزی پایدارتر و بهتر از سایر روش‌ها باقی می‌ماند.

از تخریب رنگ میوه‌ها توسط قهوه‌ای شدن آنزیمی جلوگیری و طی انبارداری نیز باعث جلوگیری از قهوه‌ای شدن آنزیمی و در نتیجه سبب پایداری رنگ می‌شود. در خلال فرایند خشک کردن، ترکیبات گوگردی مانند نمکهای سولفیت یا سولفات، به طور گسترده‌ای به عنوان ممانعت کننده از قهوه‌ای شدن میوه‌ها و سبزیها به کار می‌رود. این ترکیب علاوه بر اینکه باعث خوردگی تجهیزات و ماشین آلات و ایجاد طعم ناخواسته (بدطعمی) و تخریب برخی از مواد مغذی مهم مثل تیامین می‌گردند خطرات بهداشتی فراوانی برای مصرف کنندگان، خصوصاً مبتلایان به آسم و بیماریهای حساسیتی ایجاد می‌کند. بنابراین به منظور ارتقای بهداشت و ایمنی مصرف کننده و نیز حفظ ویژگیهای کیفی نظیر رنگ میوه‌ها عنوان جایگزین بررسی شده‌اند، یکی از مؤثرترین این روشها در میوه‌ها و سبزیها و چندین روش به، استفاده از فرایند آبگیری اسمزی است.

بررسی در خصوص تأثیر فرایند اسمز بر خصوصیات ساختاری و دانسیته ظاهری، دانسیته واقعی، حجم مخصوص و تخلخل داخلی و پارامترهای مرتبط به رنگ مشخص شده است که پیش فرایند اسمز تأثیر مهمی روی کاهش جذب در روغن، رطوبت و خصوصیات ساختاری و پارامترهای رنگی خلال سیب زمینی منجمد دارد. فرایند اسمز باعث کاهش جذب روغن و کاهش درصد خلال سیب زمینی سرخ شده منجمد و نیز موجب افزایش تخلخل و بهبود رنگ محصول می‌شود.

بسته بندی محصولات خشک شده اسمتیک :

به منظور جلوگیری از جذب رطوبت از اتمسفر و برای جلوگیری از فساد، برای داشتن کیفیت مطلوبی از مواد غذایی میتوان از ظروف محفوظ از هوا برای ذخیره مواد غذایی خشک اسمتیک استفاده می‌کنیم.

فویل آلومینیوم، کیسه پلی پروپیلن به عنوان روکش مواد بسته بندی ایده آل پیشنهاد شده است. محصولات خشک شده در دمای اتاق به مدت شش ماه نگهداری می‌شوند و مواد غذایی با تغییرات کمی مواجه می‌شوند.

ذخیره سازی محصولات خشک اسموتیک:

ثبات ذخیره سازی محصولات اسموتیک دهیدراته از شش ماه تا یک سال متغیر است. محصول پایاپایا به دست آمده از فرایند اسمز تا شش ماه پایدار است وقتی در دمای اتاق ذخیره شود

تحقیقات صورت گرفته :

آزمایشات صورت گرفته (بریستی و همکارانش در سال ۱۹۹۳) مکانیسم خشک کردن اسمزی بر روی آناناس ، تورگیانی و همکارانش بر روی اسمز میوه ها در زمینه حفاظت میوه ها و کاهش کیفیت آنها تحقیق نموده اند .

موجیا و همکارانش در سال ۲۰۰۷ بر روی خشک شدن اسمزی ریواس و بررسی کیفیت آن تحقیق نموده است . که غوطه ور نمودن نمونه در شکر و یا نمک باعث کاهش رطوبت به میزان ۳۰ درصد می گردد و دمای غوطه وری ۳۰-۵۰ درجه سانتی گراد در مدت ۶۰ - ۱۲۰ دقیقه و غلظت محلول ۴۰-۶۰ درصد می باشد . همچنین توروگنی دریافت که غوطه وری در مواد جامد مثل ساکارز و گلیسرول و ... علاوه بر از دست دادن آب موجب جذب مواد جامد می گردد ، موادی چون لیکوپن و یا اسید اسکوربیک موجب افزایش کیفیت رنگ میگردند .

است مقداری از رنگدانه ها از مواد غذایی خارج شوند ، در شربت اسمزی می توان مواد افزودنی طبیعی و رنگدانه وارد نمود تا کیفیت رنگ محصول حفظ شود.

در آزمایشی که موریس و همکاران روی محصول انبه در دمای ۴۵-۶۵ درجه سانتیگراد و درصد قند (۰% ، ۱% ، ۲%) ودر خلاء انجام دادند نشان داده شد که در غلظت ۲% محلول لاکتات کلسیم در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد ، تاثیر جایگزینی کلسیم با کیفیت بهتری صورت گرفته است . در این آزمایش نتیجه گرفته شد که دما و غلظت و زمان در فرایند اسمزی در بهبود کیفیت محصول نهایی نقش به سزایی دارند و مکانیسم اسمزی که وابسته به اختلاف غلظت است ، به این معنی که آب از جایی که املاح کمتری دارد به جایی که املاح بیشتری دارد می رود و خروج آب از مواد غذایی به محلول اسمزی موجب کاهش آب بیشتری شده و دما و زمان نیز موجب سرعت بخشیدن پدیده اسمزی می گردند تا تعادل اسمزی برقرار گردد .

قندها برای شربت اسمزی میوه ها بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند و و کلرید سدیم برای شربت اسمزی سبزیجات می باشد اما هنگامی که نمک استفاده می شود طعم محصول شور می شود ، بنابراین قندها به عنوان عامل اسمزی بسیار عالی تلقی شدند .

شکر برای محافظت از از ترکیبات فرار ضروری است زیرا شکر باعث ثبات رنگدانه ها و احتباس عالی در ترکیبات فرار در طول خشک شدن اسمزی می شود و ترکیبی از املاح مانند اضافه کردن کمی کلرید سدیم به محلول شکر نیروی خشک شدن اسمزی را افزایش می دهد . همچنین در خشک کردن اسمزی نخود سبز با اضافه کردن سیترات به ساکارز باعث بهبود و افزایش

سرعت خشک کردن و کیفیت بهتر محصول می گردد زیرا سیترات موجب حفظ رنگ اصلی و عطر و طعم و بافت می شود .

انتخاب ماده اولیه (خام)



شست و شو



آماده سازی میوه (برش/قطعات یا به عنوان ماده مورد نیاز)



پیش تیمار (سولفور، اشباع در خلأ، آنزیم بری ، آنتی اکسیدان و ...)



پیش درمان اسمزی ← استفاده مجدد پس از غلظت

محلول اسمزی

زمان غوطه وری

دما

میوه نسبت به شربت



شربت شکر → تخلیه



خشک کردن برش های میوه

(قفسه ای ، خورشیدی ، خلأ ، انجماد)



بسته بندی ، برچسب زدن ، ذخیره سازی