معرفی خشک‌کن‌های مرسوم و تأثیر آنها در کاهش آلودگی میکروبی محصولات خشک شده

حسن کیانی[1*]، محمدهاشم رحمتی[2] و عباس رضایی اصل [3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲و۳ به ترتیب دانشیار و استادیار مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
ایمیل مکاتبه کننده: h.kiani24@gmail.com

چکیده

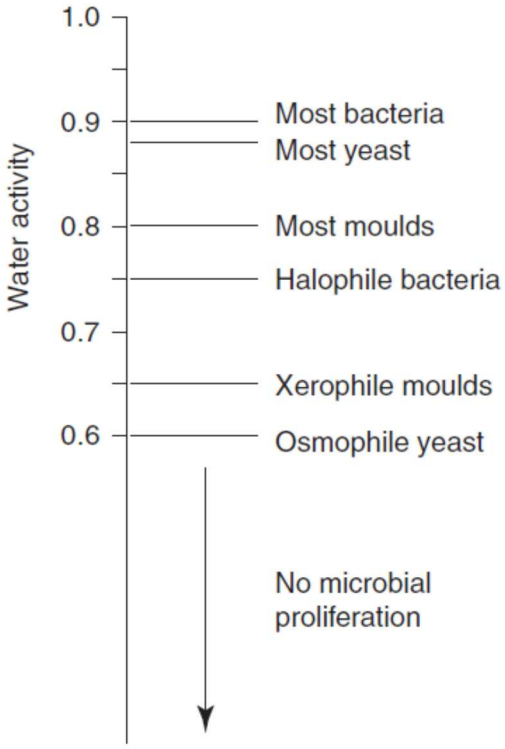
خشک کردن یکی از مهمترین عملیات در پردازش مواد غذایی به شمار می‌آید که به منظور کاهش محتوای آب مواد غذایی از جمله غلات، میوه‌ها، سبزیجات، ادویه جات، ترشی‌جات، گوشت و محصولات دریایی، محصولات بیوتکنولوژی و سایر محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای طراحی یک سیستم خشک کن نیاز است تا جنبه‌های مختلفی از جمله ایمنی مواد غذایی، کیفیت محصول، انرژی مصرفی، بازده، اثرات زیست محیطی، بازده خشک کردن و جنبه‌های مهندسی در نظر گرفته شوند. روش‌های خشک کردن از قبیل بخار فوق گرم، احتراق پالس، مایکروویو، خشک کردن هیبریدی مانند مایکروویو، همرفتی، بخار فوق گرم، بستر سیال دارای پتانسیل بالایی برای به حداقل رساندن تکثیر میکروبی و یا از بین بردن خطرات آلودگی میکروبی دارند. همچنین ضرروی است که محصولات قبل از خشک کردن به خوبی شست‌وشو داده شوند. در طی فرآیند خشک کردن، تابش و در معرض یک محیط یونیزه قرار گرفتن توسط فتوکالیست ممکن است برای رسیدن به این هدف استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: خشک کردن، مواد غذایی، ایمنی، خشک کن.

۱- مقدمه

خشک کردن یکی از مهمترین عملیات در پردازش مواد غذایی به شمار می‌آید که به منظور کاهش محتوای آب مواد غذایی از جمله غلات، میوه‌ها، سبزیجات، ادویه جات، ترشی جات، گوشت و محصولات دریایی، محصولات بیوتکنولوژی و سایر محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد (آبه و میاشتیا، ۲۰۰٦). خشک کردن به منظور گسترش عمر ماندگاری محصولات انجام می‌گیرد. بدین ترتیب که با کاهش فعالیت آب در سطح‌های پایین به اندازه کافی، شرایط برای رشد میکروارگانیسم‌ها، واکنش‌های آنزیمی و سایر واکنش‌ها دشوار می‌گردد(دیپرسیو و همکاران، ۲۰۰٤). در شکل ۱ فعالیت آب بحرانی برای رشد انواع مختلف میکروارگانیسم‌ها نشان داده شده است. مقدار پایین

فعالیت آب رشد میکروارگانیسم‌ها را مهار می‌کند و همچنین از اکسیداسیون و واکنش آنزیمی جلوگیری می‌کند (چن و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل ۱-فعالیت آب و حساسیت مواد غذایی به فساد توسط میکروارگانیسم‌ها (مجومدار، ۲۰۰٦)

مهار میکروارگانیسم‌ها و پیشگیری از واکنش‌های نامطلوب به نوبه‌ی خود، به حداقل رساندن و یا اجتناب اتلاف مواد غذایی به شمار می‌آید **(مجومدار، ۲۰۰٦)**. بعلاوه، خشک کردن به منظور اضافه کردن ارزش به مواد غذایی با توجه به برخی از ویژگی‌های خاص به کار برده می‌شود که تنها در شکل خشک شده محصولات وجود دارد به عنوان مثال طعم، بافت، رنگ، ارزش دارویی و غیره (اونو و همکاران، ۲۰۰٦).

پردازش محصولات در معرض محدودیت‌های مختلف قرار دارد که به ایمنی مواد غذایی، ویژگی‌های بافتی و حسی، حفظ زیستی فعال، مقررات تجارت و پذیرش مرتبط هستند (کالیسیگلو و همکاران، ۲۰۰۲).

نگرانی اصلی فساد مواد غذایی به دلیل فعالیت‌های میکروبی می‌باشد علاوه بر این تخریب و فساد مواد غذایی، که منجر به به فعالیت میکروبی می‌شوند ممکن است سموم و مایکوتوکسین‌ها تولید کند و باعث عوارض جانبی برای سلامت انسان شود. آلودگی سموم میکروبی و مایکوتوکسین‌ها در محصولات غذایی یک نگرانی جدی در رابطه با ایمنی مواد غذایی محسوب می‌گردد. تحقیقات نشان داده است که مایکوتوکسین مواد سرطانزا است (کنکوسکی و همکاران؛ ۲۰۰۷).

از آنجا که حذف رطوبت تنها می‌تواند مانع از رشد میکروارگانیسم‌ها و واکنش‌های نامطلوب شود لذا نمی‌توان از ایمنی مواد غذایی اطمینان حاصل نمود و ممکن است با آب دادن مجدد محصول دوباره آب بدست آورد که باعث

می‌گردد فعالیت آب افزایش یابد و همچنین محصول توسط میکروارگانیسم‌ها و واکنش‌های نامطلوب فاسد شود. به این ترتیب روشهای از بین بردن آلودگی توسط میکروارگانیسم‌ها در پرادزش مواد غذایی از جمله: قبل از خشک کردن، در حین خشک کردن و پس از خشک کردن حیاتی است. سنیتیک خشک کردن، ایمنی محصولات و شمار میکروبی در محصولات خشک شده را تحت تأثیر قرار می‌دهد و منجر به مشکلاتی از قبیل ترک خوردگی، سخت شدن سطح و تغییر رنگ سطح می‌گردد (چئوچن و همکاران، ۲۰۰۹).

لازم به ذکر است که خشک کردن برای یک دوره زمانی طولانی و در دمای حدود ٤٠ درجه سانتی گراد ممکن است منجر به تکثیر میکروبی قابل توجهی شود. علاوه بر این، بار میکروبی اولیه مواد خشک شده ممکن است ایمنی محصول و بهداشت آن را تحت تأثیر قرار دهد اگر از روش پردازش نامناسب استفاده شود. بطور کلی خشک کردن در کوتاهترین زمان، ممکن است تکثیر میکروبی را به حداقل برساند. خشک کردن در درجه حرارت بالا ممکن است میکروارگانیسم‌ها را از بین ببرد. با این حال خشک کردن در دمای زیر صفر می‌تواند مانع رشد میکروبی شود(داگللیقو و همکاران، ۲۰۰۲).

بیش از ۵۰۰ نوع خشک کن تاکنون گزارش شده است و تقریباً ۱۰۰ نوع از این خشک کن‌ها در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. انواع خاصی از خشک کن‌ها قادرند تا آلودگی میکروبی را در طول فرایند خشک کردن از بین ببرند اما بسیاری از خشک کن‌ها این قابلیت را ندارند. به این ترتیب در این خشک کن‌ها به منظور جلوگیری از آلودگی مجدد در حین فرایند خشک کردن باید به شیوه بهداشتی عمل کرد (اونو و همکاران، ۲۰۰٦).

این مقاله ایمنی مواد غذایی خشک شده را در چهار حوزه اصلی زیر مورد بحث قرار می‌دهد:

- طبقه‌بندی خشک کن‌ها
- توضیح خشک کن‌ها، ارزیابی فعالیت میکروبی و حذف آلودگی در طول فرایند خشک کردن
- پیش تیمار که می‌تواند قبل از خشک کردن بار میکروبی را به حداقل برساند
- تکنیک‌هایی که می‌توان در یک خشک کن برای غیرفعال کردن فعالیت میکروبی به کار برد.

۲- طبقه‌بندی خشک کن‌ها

خشک کردن محسولات غذایی می‌تواند با یک خشک کن طبیعی یا در یک خشک کن مکانیکی انجام گیرد. خشک کردن طبیعی به راحتی با استفاده از انرژی نور خورشید و باد صورت می‌گیرد. خشک کردن با خورشید، روش خشک کردن سنتی است که برای خشک کردن محصولات کشاورزی علی الخصوص در کشورهای درحال توسعه مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه هزینه انرژی در این نوع خشک کن رایگان است، اما هزینه نیروی کارگر و شرایط لازم برای فضا بالاست. یک فضای بزرگ مورد نیاز است تا مواد در معرض نور خورشید قرار گیرند و همچنین مواد بایستی مخلوط شوند و بطور مرتب به منظور خشک یکنواخت و جلوگیری از خشک شدن بیش از حد پخش

شوند. علاوه بر این، شرایط آب و هوایی محدودیت اصلی خشک کن خورشیدی می‌باشد. در دسترس بودن آن بستگی به شرایط آب و هوایی هر فصل و منطقه دارد که در نتیجه این خشک کن قابل اعتماد نمی‌باشد. همچنین مواد خشک شده در معرض حشرات و سایر عوامل بیماری‌زا قرار می‌گیرد که از نظر بهداشتی نیز مورد اطمینان نخواهد بود (مجومدار، ۲۰۰٦).

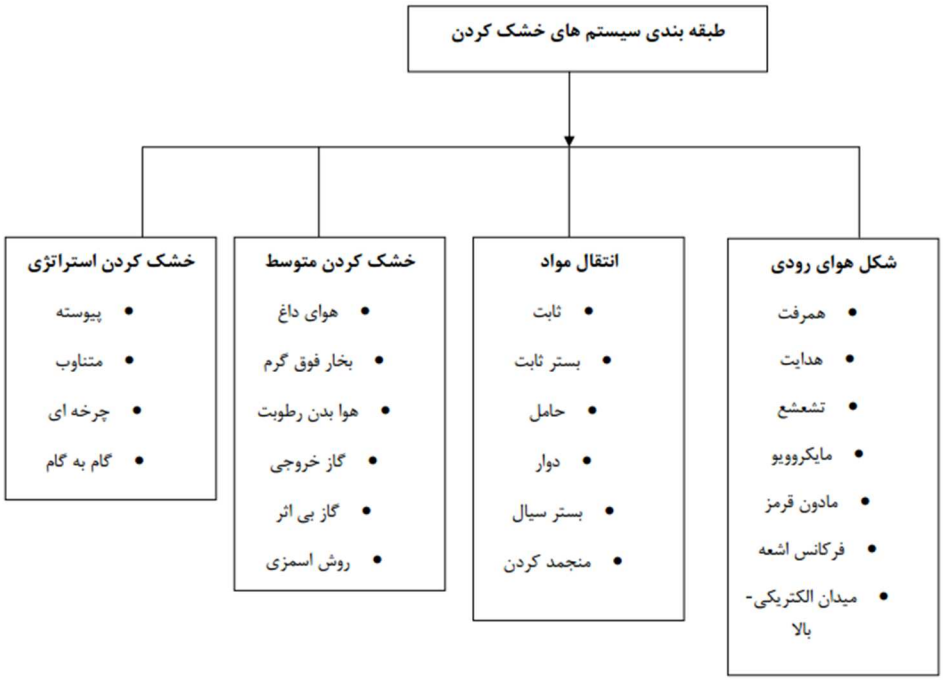
خشک کن خورشیدی اغلب به عنوان یک روش برای از بین بردن فعالیت‌های میکروبی در نظر گرفته می‌شود که این یک تصور غلط است. خشک کردن بطورکلی برای حذف آب از مواد خشک به کار برده می‌شود. اگر فعالیت آب مواد خشک زیر ۰/٦ باشد برای یک دوره طولانی ذخیره سازی امن است. اکثر میکروارگانیسم‌ها نمی‌توانند در این سطح فعالیت آب (۰/٦) رشد کنند. با این حال خشک کردن میکروارگانیسم‌ها را از بین نمی‌برد و همچنین قادر به کشتن آن نیز نمی‌باشد (دان و همکاران، ۲۰۰۷؛ محمود و همکاران، ۲۰۰٦؛ مای و فیکاک، ۲۰۰۳).

برخی از روش‌های خشک کردن که در این مقاله مورد بحث قرار می‌گیرند پتانسیل این را دارند که میکروارگانیسم‌ها را از بین ببرند برای مثال: خشک کن بخار فوق گرم، خشک کن احتراق پالس، خشک کن مایکروویو، خشک کن دما بالا. خشک کن خورشیدی قادر به از بین بردن میکروارگانیسم‌ها نیست. خشک کردن با خورشید در یک سیستم باز انجام می‌شود که بستگی به شدت تابش شرایط آب و هوایی منطقه بستگی دارد بنابراین سنتیک خشک کردن و کیفیت محصول به آسانی قابل کنترل نیست. خشک کن خورشیدی با دمای ٤۰-۳۵ درجه سانتی گراد محصولات را خشک می‌کند. در حقیقت یک محیط مساعد برای رشد میکروبی فراهم می‌کند (نانوم، ۲۰۰۵).

در مناطق معتدل هوا خشک است (رطوبت نسبی پایین است). بنابراین هوا برای خشک کردن با باد مناسب است اما این روش در مناطق گرمسیری ممکن نیست. بنابراین انتخاب یک خشک کن کار ساده‌ای نیست از آنجایی که عملکرد یک خشک کن وابسته به شرایط آب و هوایی و موقعیت جغرافیایی است (چن و مجومدار، ۲۰۰۸). خشک کن‌های مکانیکی طیف گسترده‌ای از خشک کن‌های طبقه بندی شده تحت معیارهای مختلف را در بر می‌گیرد. شکل ۲ طبقه‌بندی روش‌های مختلف روش‌های خشک کردن را نشان می دهد می‌دهد. به طور کلی سیستم خشک کردن مکانیکی را می‌توان به ٤ دسته که شامل خشک کردن استراتژی، خشک کردن متوسط، خشک کردن انتقال مواد و حالت گرمای ورودی می‌باشند طبقه بندی نمود (مجومدار، ۲۰۰٦).

۳-بررسی پتانسیل روش های خشک کردن برای از بین بردن بار میکروبی

آلودگی مواد غذایی در هر فرایند قبل خشک کردن ممکن رخ دهد. این ممکن است اثر سوء روی بهداشت و ایمنی محصول داشته باشد اگر روشهای ضد عفونی قبل و بعد از خشک کردن بکاربرده نشود. در میان خشک کن های مرسوم، خشک کن بخار فوق گرم، خشک کن احتراق پالسی، خشک کن مایکروویو در مقایسه با سایر خشک کن ها پتانسیل بالایی برای از بین بردن آلودگی میکروبی در طول فرایند خشک کردن دارند. در ادامه هر کدام از این خشک کن ها به طور مختصر مورد بحث قرار می گیرند (لاو و مجومدار، ۲۰۱۰).



شکل۲- طبقه بندی سیستم های خشک کردن (مجومدار، ۲۰۰٦)

۳-۱- خشک کننده مایکروویو (امواج بلند)

خشک کننده استفاده کننده از انرژی مایکروویو راه حل جذابی برای بسیاری از مشکلات ناشی از خشک کردن موادی است که بر اساس انتقال حرارتی عادی، انتقالی و رسانا می باشد. مایکرویوها نوسان و چرخش مولکولهلی آب و چربی و حرکت الکتروفورتیک یونها برای تعدادی عمق داخلی غذا که به ایجاد گرمای داخلی ناشی می گردد، را شبیه سازی می نماید. به علت افزایش فشار بخار، رطوبت از داخل محصول می تواند خارج گردد. خشک کننده مایکروویو به حرارت دادن عایقی اجازه می دهد که به صورت حجمی مواد خشک کننده شامل ترکیب قطبی را گرم می کند. هنگامی که یک رشته تغییردهنده الکترومغناطیسی برای مواد عایق به کار می رود، گرما ایجاد می شود. این به حذف رطوبت داخلی حتی در مرحله اولیه خشک کردن اجازه می دهد که در کل برای خشک کننده انتقالی معمولی نیز غیر ممکن است که حتی می تواند رطوبت سطحی را از بین ببرد. در خشک کننده انتقالی معمولی، حذف رطوبت داخلی بستگی به حرکت رطوبت داخلی به سطح مواد و سپس تبخیر رطوبت در سطح دارد (مترجمی، ۲۰۱۳).

۳-۲- خشک کننده انتقالی همراه با مایکروویو

اصولا حرارت دهنده مایکروویو با هر سیستم خشک کننده انتقالی همانند بستر سیال یا بستر جهشی متصل می گردد. زمان خشک کننده در یک خشک کن بستر سیال همراه با مایکروویو می تواند ۲-۵ بار کوتاهتر در یک بستر سیال

انتقالی باشد، بنابراین در کارایی بالاتر خشک کن تاثیر می گذارد. اگرچه، سطح بندی منحصر به فرد دما در بستر جهشی همراه با مایکرویو به کنترل دمای محصول و بهبود کیفیت محصول در مقایسه با روشه های خشک کننده هوای داغ بستر ثابت همراه با مایکرویو کمک می کند (جانگام و همکاران، ۲۰۱۱).

۳-۳-خشک کننده منجمد همراه با مایکرویو

این در صنعت پردازش به خوبی شناخته شده است که خشک کننده خلا منجمد می تواند محصولی با کیفیت بالا تولید کند، اما هزینه های سرمایه گذاری و اجرای آن بالا است و نیاز به زمان پردازش زیادی دارد. چذشته از این، شمارش میکروارگانیسم در محصولات خشک شده منجمد گاهی اوقات از محدوده مجاز در ماده غذایی تجاوز می کند. یکی از راه ها برای نگهداری از کیفیت محصول خشک شده منجمد و حذف زیان های خشک کننده منجمد، ترکیب خشک کننده منجمد با خشک کننده مایکرویو است. با توجه به آن، مایکرویو نه تنها اجازه به حرارت حجمی می دهد، بلکه فعالیت میکروبی را در طی فرآیند خشک کردن حذف می کند. متناوبا این جنبش های خشک کننده را بهبود می بخشد، و در ضمن پردازشی بهداشتی را حفظ می کند (لاو و همکاران، ۲۰۰۸).

۳-٤- خشک کننده خلا مایکرویو

در خشک کننده خلا، واکنش اکسیداسیون در هنگامی که هوای اتمسفر در خشک کن حضور ندارد، پیش گیری می کند. دمای خشک کننده معمولا هنگامی که خلا نقطه جوش آب یا حلال را کاهش می دهد کم است، بنابراین تنش های حرارتی و فرا خشک کننده ای که با خشک کننده حرارتی بالا سبب می گردد، کاهش می یابند. متناوبا این رنگ و بافت محصولات خشک شده را بهبود می بخشد. هنگامی که واسط خشک کننده در خشک کننده خلا موجود نیست، انتقال حرارتی انتقالی ممکن نیست. متناوبا این در دوره نسبتا طولانی خشک کردن نتیجه می دهد. ترکیب خشک کننده خلا و خشک کننده مایکرویو مزایای ارائه شده از دو خشک کننده خلا و مایکرویو، برای مثال حداقل سازی واکنش اکسیداسیون و سرعت سریع خشک کردن، را دارا می باشد. بنابراین، تغییرات ناخواسته ای در ویژگی های حسی و کاهش ماده مغذی به دلیل زمان های طولانی خشک کردن یا دمای سطحی بالا می تواند جلوگیری کند، و موارد حساس به دما همانند ویتامین ها، رنگ ها و طعم ها را ممکن است حفظ کند. خشک کننده های خلا مایکرویو به عنوان روش خوبی برای تولید مواد غذایی خشک با کیفیت بالا شناخته می شود (لاو و همکاران، ۲۰۰۸).

۳-۵- پیش تیمار

برای مطمئن شدن از سلامت محصولات غذیی آب زدایی شده با استفاده از تکنیک های خشک کردنی که فعالیت میکروبی را در طی فرآیند حذف نمی کند، روش های پیش تیمار گوناگونی ممکن است برای کاهش تعداد اولیه ارگانیسم های ضایعات و پاتوژنیک بر روی سطوح مواد غذایی به کار رود. برای محصولات غذایی که دارای بار اولیه میکروبی بالایی هستند، تکنیک های خشک کردن معمولی را دارا هستند همانند اجاق فر، خشک کننده هوای داغ انتقالی در دمای متوسط (به عنوان مثال، ٦۰-۸۰ درجه سانتی گراد) ممکن است به طور کامل فعالیت های میکروبی را غیر فعال نکند. در عوض میکروارگانیسم ها می توانند در خشک کن افزایش یابند. پیش تیمار ممکن

است برای کاهش بار اولیه میکروبی به کار رود تا از انکوباسیون (دوران نهفتگی) میکروارگانیسم ها در خشک کردن در دمای متوسط جلوگیری کند. در این ارتباط، روش های پیش تیمار همانند پخت، شستشو، تابش و غیره ممکن است به کار رود (لاو و همکاران، ۲۰۰۸).

۳-٦- پوشش فتوکاتالیست

پوشش نازکی از تیتانیوم دی اکسید (TiO2) می تواند بر روی دیواره های داخلی یک محفظه خشک کننده به کار رود. تیتانیوم دی اکسید یک فتوکاتالیست است که پتانسیل اکسیدکنندگی قوی ایجاد می کند که می تواند آب را اکسید کند تا رادیکالهای هیدروکسیل ایجاد کند (OH-) اگر در معرض تابش فرا بنفش یا نور آفتاب قرار گیرد. همچنین آن می تواند اکسیژن و مواد ارگانیک شامل میکروارگانیسم هایی که در هوا یا بر سطح مواد خشک کننده موجود هستند اکسید نماید. متناوبا این محیط بهداشتی برای فرآیند خشک کردن ایجاد می کند. فتوکاتالیسیس برای بسیاری از فعالیت های واحد برای اهداف باکتریایی، گندزدایی و ضد رسوب به کار می رود، اما این تکنیک در خشک کنندگان تجاری همچنان رایج نیست (مترجمی، ۲۰۱۳).

٤- نتیجه‌گیری

خشک کردن یکی از مهمترین عملیات در پردازش مواد غذایی به شمار می‌آید که به منظور کاهش محتوای آب مواد غذایی از جمله غلات، میوه‌ها، سبزیجات، ادویه جات، ترشی‌جات، گوشت و محصولات دریایی، محصولات بیوتکنولوژی و سایر محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای طراحی یک سیستم خشک کن نیاز است تا جنبه‌های مختلفی از جمله ایمنی مواد غذایی، کیفیت محصول، انرژی مصرفی، بازده، اثرات زیست محیطی، بازده خشک کردن و جنبه‌های مهندسی در نظر گرفته شوند.

در این مقاله ایمنی مواد غذایی خشک شده را در چهار حوزه اصلی یعنی: طبقه‌بندی خشک کن‌ها توضیح خشک کن‌ها، ارزیابی فعالیت میکروبی و حذف آلودگی در طول فرایند خشک کردن پیش تیمار و تکنیک‌هایی که می‌توان در یک خشک کن برای غیرفعال کردن فعالیت میکروبی مورد بحث قرار گرفت:

برخی از روش‌های خشک کردن که در این مقاله مورد بحث قرار می‌گیرند پتانسیل این را دارند که میکروارگانیسم‌ها را از بین ببرند برای مثال: خشک کن بخار فوق گرم، خشک کن احتراق پالس، خشک کن مایکروویو، خشک کن دما بالا. خشک کن خورشیدی قادر به از بین بردن میکروارگانیسم‌ها نیست. خشک کردن با خورشید در یک سیستم باز انجام می‌شود که بستگی به شدت تابش شرایط آب و هوایی منطقه بستگی دارد.

منابع و مآخذ

1. Abe T and Miyashita K 2006. Surface sterilization of dried fish products in superheated steam and hot air. Journal of Japanese Society for Food Science and Technology 53(7): 373–379.
2. Calicioglu M, Sofos J, Samelis J, Kendall PA, and Smith GC .2002. Destruction of acid- and non-adapted Listeria monocytogenes during drying and storage of beef jerky. Food Microbiology 19: 545–559
3. Cenkowski S, Pronyk C, Zmidzinska D, and Muir WE .2007. Decontamination of food products with superheated steam. Journal of Food Engineering 83: 68–75.

4. Chen HH, Huang TC, Tsai CH, and Mujumdar AS 2008. Development and performance analysis of a new solar energy-assisted photocatalytic dryer. Drying Technology 26: 503–507.
5. Chen XD and Mujumdar AS 2008. Drying Technologies in Food Processing. Oxford: Blackwell Publishing. Fernandes FAN, Rodrigues
6. Chiewchan N and Morakotjinda P .2009. Effects of acetic acid pretreatment and hot air drying on resistance of Salmonella on cabbage slices. Drying Technology 27: 955–961.
7. Daglioglu O, Arici M, Konyali M, and Tuncay G .2002. Effects of tarhana fermentation and drying methods on the fate of Escherichia coli O157:H7 and Staphylococcus aureus. European Journal of Food Research and Technology 215: 515–519.
8. DiPersio PA, Kendall PA, and Sofos JN 2004. Inactivation of Listeria monocytogenes during drying and storage of peach slices treated with acidic or sodium metabisulfite solutions. Food Microbiology 21: 641–648.
9. Duan X, Zhang M, and Mujumdar AS .2007. Studies on the microwave freeze drying technique and sterilization characteristics of cabbage. Drying Technology 25: 1725–1731.
10. Jangam SV, Law CL, and Mujumdar AS .2011. Drying of Foods, Vegetables and Fruits. Singapore: TPR Group. Kudra T and Mujumdar AS 2009) Advanced Drying Technology, 2nd edn. Boca Raton: CRC Press.
11. Law CL, and Mujumdar AS .2010. Drying of exotic tropical fruits: A comprehensive review. Food and Bioprocess Technology 4: 163–185.
12. Law CL, Waje SS, Thorat BN, and Mujumdar AS 2008. Advances and recent developments in thermal drying for bio-origin and agricultural products. Stewart Postharvest Review 4: 1–23.
13. Mahmoud BSM, Yamazaki K, Miyashita K, Kawai Y, Shin I, and Suzuki T .2006. Preservative effect of combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds on carp fillets during convectional air-drying. International Journal of Food Microbiology 106: 331–337.
14. May BK and Fickak A .2003. The efficacy of chlorinated water treatments in minimizing yeast and mold growth in fresh and semi-dried tomatoes. Drying Technology 21: 1127–1135.
15. Motarjemi, Y. 2013. Encyclopedia of food safety. Academic Press.
16. Mujumdar AS .2006. Some recent developments in drying technologies appropriate for post-harvest processing. International Journal of Postharvest Technology and Innovation (1): 76–92.
17. Nanuam M .2005. Combined Effect of Acetic Acid and Temperature on Inhibition of Salmonella anatum and Enzymatic Browning in Shredded Cabbage. MEng. Thesis, Department of Food Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand.
18. Ono K, Endo H, Inatsu Y, and Miyao S 2006. Sterilizing effect of superheated steam on microbes in Chinese cabbage. Journal of Japanese Society for Food Science and Technology 53(3): 172–178.

Introducing the conventional dryers and their effect in reducing microbial contamination of dried products

Abstarct

Drying is one of the most important unit operations in food processing. It is applied to reduce the water content of food products including grains, fruits, vegetables, spices, meat, and marine products, biotechnological products, and agricultural products.Design of a good drying system needs to consider various aspects which include foods safety, product quality, energy efficiency, environmental impact, drying efficiency, and engineering aspect. Food safety aspect is definitely an important aspect and in this regard, drying techniques such as superheated steam drying, pulse combustion drying, microwave drying, and their hybrid drying such as microwave convective drying, superheated steam fluidized bed drying, etc., have the potential in minimizing microbial proliferation or eliminating microbial contamination hazards. Pretreatments such as washing may be applied before drying. During drying process, irradiation and exposure to ionized environment by photocatalyst may be applied to achieve this objective.

Keywords: Drying, Food, Safety, Dryer.