تجهیزات و روش‌های مورد استفاده در ضدعفونی‌کردن گیاهان دارویی و ادویه‌ای

ادریس رحمتی[۱]، محمد هادی خوش تقاضا*[۲]، احمد بناکار[۳]، محمّدتقی عبادی[۴]

۱-دانشجوی دکتری گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- استاد گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳- دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

آلوده‌شدن میکروبی گیاهان دارویی و ادویه‌ای در مراحل مختلف فرآیند تولید، منجر به کاهش کیفیت محصول می-گردد، لذا ضدعفونی‌کردن این گیاهان به‌منظور کاهش بار میکروبی، بهبود میزان اثربخشی در درمان بیماری‌ها و ارزش‌افزوده بیشتر محصول ضروری است. روش‌های مختلفی نظیر گاز اتیلن اکساید، پرتودهی گاما، بخاردهی، ازن‌دهی و پلاسمای سرد برای ضدعفونی‌کردن گیاهان دارویی و ادویه‌ای استفاده شده است. بعضی از این روش‌ها دارای معایبی همچون آلودگی‌های زیست محیطی، اثر گذاشتن بر خصوصیات فیزیکی _شیمیایی گیاه، غیر پیوسته بودن و هزینه‌های بالای فرآیند می‌باشند. با توجه به مسائل و مشکلات بعضی از روش‌های مذکور، انتخاب یک سامانه‌ی مناسب برای ضدعفونی‌کردن گیاهان دارویی و ادویه‌ای یک امر ضروری است. پلاسمای سرد برای ضدعفونی‌کردن گیاهان دارویی و ادویه‌ای در سال‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته شده است با این وجود به دلیل هزینه‌های بالای نصب تجهیزات و زمان تیماردهی طولانی به نمونه‌های کوچک محدود شده و هنوز در دست بررسی است. با توجه به این مهم، در این مقاله مروری منابع آلودگی گیاهان دارویی و ادویه‌ای، سامانه‌های مورداستفاده در ضدعفونی‌کردن آن‌ها و تأثیر روش‌های ضدعفونی بر خصوصیات کیفی و میکروبی محصول فرآوری شده موردبحث و بررسی قرار می‌گیرند.

کلمات کلیدی: *گیاهان دارویی و ادویه‌ای؛ ضدعفونی‌کردن؛ آلودگی میکروبی؛ مواد مؤثره*

*نویسنده مسئول: khoshtag@modares.ac.ir

تجهیزات و روش‌های مورد استفاده در ضدعفونی‌کردن گیاهان دارویی و ادویه‌ای

مقدمه

استفاده از گیاهان دارویی و ادویه‌ای به ۱۵۵۰ سال قبل از میلاد برمی‌گردد و تجارت آن‌ها از ۳۵۰۰ سال پیش وجود داشته است که این تاریخچه طولانی دلیل استفاده ایمن از این گیاهان و ادویه‌جات را اثبات می‌کند. به واسطه اهمیت و خواص این گیاهان، یکی از فعالیت‌های اقتصادی پرسود در دنیا، صنعت تولید و فرآوری گیاهان دارویی و ادویه‌ای می‌باشد به‌طوری‌که در سال ۲۰۱۳ بازار جهانی این گیاهان به ارزش سه میلیارد و ۳۹۹ میلیون و ۳۴۹ هزار دلار برآورد شده است [۲]. استفاده از گیاهان دارویی و ادویه‌ای در ایران به هزاران سال پیش برمی‌گردد. ایران کشوری با ۸۰۰۰ گونه گیاهی است که تعدادی از آن‌ها به دلیل اثرات شناسایی‌شده، به‌عنوان گونه‌های دارویی و ادویه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱]. بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، میزان تولید گیاهان دارویی در ایران در سال ۱۳۹۶ معادل ۲۰۰ هزار تن بوده است که از سطح زیر کشت ۱۸۰ هزار هکتار به‌دست‌آمده است از این میزان تولید، بیش از ۴۰۰ میلیون دلار صادرات داشته است که سهم ۱۰ درصدی از کل محصولات کشاورزی را به خود اختصاص داده است [۳].

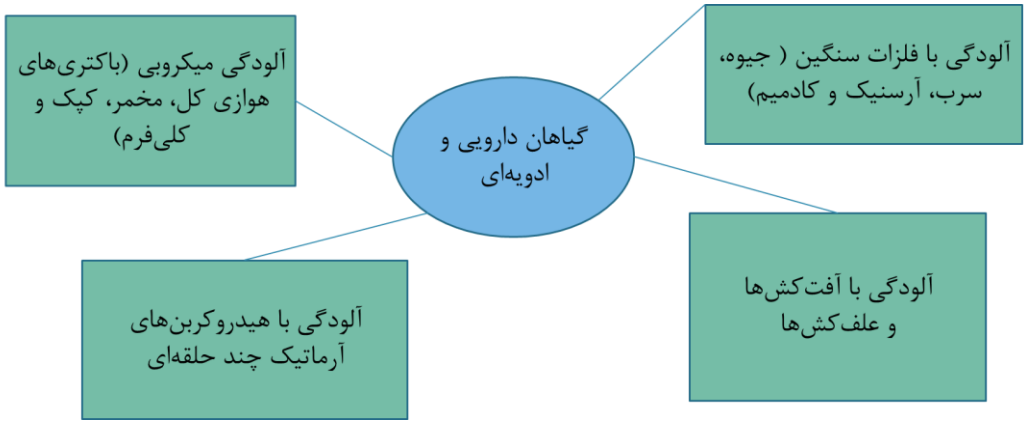
گیاهان دارویی معمولاً برگ، گل یا ساقه‌های گیاهان مناطق معتدل هستند که به‌صورت تازه یا خشک‌شده در کاربردهای غذایی، آشپزی و دارویی به کار گرفته می‌شوند و حاوی خصوصیاتی معطر و خوش‌طعم هستند درحالی‌که ادویه‌جات قسمت‌های خشک شده گل، میوه، دانه، پوسته و ریشه گیاهان مناطق استوایی هستند که معمولاً طعم تند نسبت به گیاهان دارویی دارند [۸-۶]. امروزه گیاهان دارویی و ادویه‌ای به‌عنوان یکی از مهم‌ترین راهبردها درزمینهٔ سلامت، تجارت و فناوری در تمام کشورهای دنیا مطرح هستند. این درجه از اهمیت ناشی از بررسی‌های دقیق و موشکافانه‌ای می‌باشد که روی نیازهای جامعه بشری صورت گرفته است. در حال حاضر از گیاهان و ادویه‌جات مهم برای تجارت جهانی می‌توان به فلفل سیاه، هل، وانیل، میخک، زنجبیل، دارچین، کاسیا و زردچوبه از مناطق گرمسیری و گشنیز، زیره سبز، مریم گلی، پونه کوهی، آویشن، و نعناع از مناطق غیر گرمسیری اشاره کرد [۵].

بسیاری از مردم کشورهای توسعه یافته و درحال‌توسعه برای حفظ سلامتی و درمان بیماری‌ها به فرآورده‌های گیاهان دارویی و ادویه‌ای وابسته هستند [۹]. فرآورده‌های گیاهان دارویی و ادویه‌ای به دلیل حضور ترکیبات فیتوشیمیایی، اسانس‌های روغنی، مواد معدنی، ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی همچون فلاونوئیدها، ترپنوئیدها[1]، پلی‌فنول‌ها، کاروتنوئیدها[2]، استرول‌های گیاهی[3] و فتالیدها[4] در ساختار آن‌ها دارای خواص درمانی، ضد میکروبی و تغذیه‌ای می‌باشند [۶].

گیاهان دارویی و ادویه‌ای مانند سایر محصولات کشاورزی ممکن است در معرض طیف گسترده‌ای از آلودگی‌ها همچون؛ آلودگی با آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها، فلزات سنگین، آلودگی بیولوژیکی، هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای و سایر آلودگی‌های محیطی قرار گیرند (شکل ۱) [۱۱و۱۰]. از طرف دیگر بیشتر گیاهان دارویی و ادویه‌ای در کشورهایی تولید می‌شوند که زیربنای بهداشت درحال‌توسعه است. استفاده از گیاهان دارویی و ادویه‌ای آلوده ممکن است اثرات تجمعی، افزودنی یا هم‌افزایی بر سلامت انسان داشته باشد، که درنهایت منجر به اختلالات غددی، ناباروری، سرطان و

1- Terpenoid
2 -Carotenoid
3 -Plant sterols
4- Phthalides

اثرات تراتوژنیک[1] می‌گردند. بنابراین رفع آلودگی گیاهان و ادویه‌جات خام به منظور کاهش خطرات بیماری‌های ناشی از مواد غذایی، برآورده کردن مقررات و استانداردهای جهانی برای عرضه بیشتر محصولات و ارزش‌افزوده بیشتر ضروری است. تاکنون روش‌های مختلفی نظیر گاز اتیلن اکساید، پرتودهی گاما، بخاردهی، ازن‌دهی و پلاسمای سرد برای کاهش یا حذف آلودگی بیولوژیکی گیاهان دارویی و ادویه‌ای به کار گرفته شده است، هر کدام از این روش‌ها بعد از بیان آلودگی‌های بیولوژیکی گیاهان دارویی و ادویه‌ای مورد بحث قرار می‌گیرند.



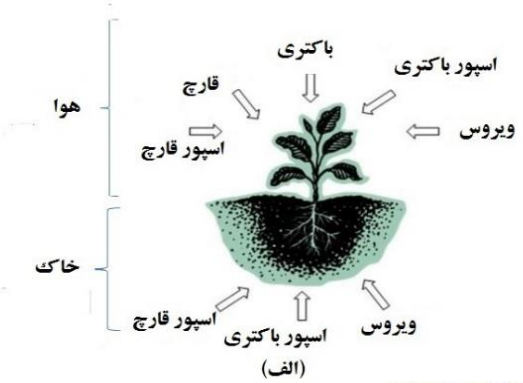
شکل (۱): متداول‌ترین منابع آلودگی گیاهان دارویی و ادویه‌ای

هدف از این پژوهش بررسی آلودگی بیولوژیکی گیاهان دارویی و ادویه‌ای، تجهیزات و سامانه‌های به کار گرفته شده در ضدعفونی‌کردن گیاهان دارویی و ادویه‌ای و تأثیر روش‌های ضدعفونی بر خصوصیات کیفی و میکروبیولوژیکی گیاهان دارویی و ادویه‌ای می‌باشد.

آلودگی بیولوژیکی گیاهان دارویی و ادویه‌ای

آلودگی بیولوژیکی شامل میکروب‌ها (همچون قارچ[2]، مخمر[3]، ویروس، باکتری و اسپور آنها)، حشرات و سایر میکروارگانیسم‌ها است [۱۲]. مهم‌ترین آلودگی میکروبی گیاهان در حالت کلی متعلق به قارچ‌ها، باکتری‌ها، مخمرها و کپک‌ها می‌باشد که در شرایط غیربهداشتی در محیط رشد کرده و به‌وسیله عواملی همچون خاک، هوا و آب آلوده و همچنین کارگران مزرعه، خشک‌کردن به روش سنتی، سامانه‌های فرآوری و حمل‌ونقل گیاهان دارویی ایجاد و گسترش می‌یابد که درنهایت منجر به آلودگی با انواع قارچ‌ها به همراه رشد کپک، فساد و تولید مایکوتوکسین می‌گردد (شکل ۲) [۱۳-۱۶].

1- Teratogenic effects
2- Fungi
3- Yeast



(ب)

(پ)

شکل (۲) : آلودگی بیولوژیکی گیاهان دارویی و ادویه‌ای در مراحل مختلف تولید: الف- مرحله رشد، ب- خشک‌کردن، پ-تجهیزات فرآوری

مایکوتوکسین‌ها[1] متابولیت‌های ثانویه‌ای هستند که به‌وسیله طیف گسترده‌ای از قارچ‌های آلوده‌کننده در گونه‌های متنوعی از مواد غذایی و محصولات کشاورزی در سراسر جهان تشکیل می‌شوند و به‌طور بالقوه‌ای سلامتی انسان‌ها را به خطر می‌اندازند.

با در نظر گرفتن پتانسیل خطراتی که ممکن است به واسطه حضور آلودگی‌ها گیاهان دارویی و ادویه‌ای ایجاد گردد، سازمان بهداشت جهانی سازمان بهداشت جهانی، فارماکوپه اروپا و همچنین فارماکوپه آمریکا سرفصل‌هایی تحت عنوان محدودیت میکروبی یا نبود میکروارگانیسم‌های مشخص در مواد گیاهی و گیاهان دارویی به منظور اطمینان ساختن از ایمنی و اثربخشی استفاده از آن‌ها منتشر کرده‌اند [۱۷]. لذا درصورتی‌که بار میکروبی مطابق با استاندارد نباشد به‌کارگیری تجهیزات و سامانه‌های ضدعفونی امری اجتناب‌ناپذیر است. هر کدام از این سامانه‌ها در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرند.

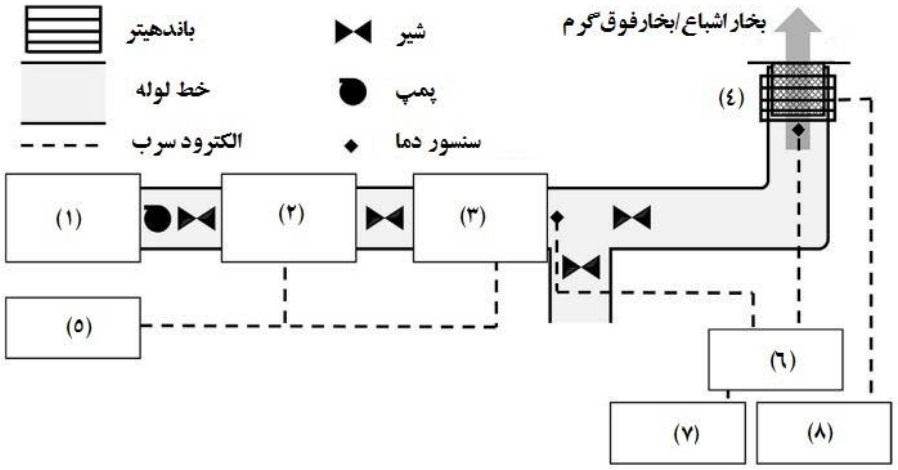
سامانه‌های ضدعفونی‌کردن گیاهان دارویی و ادویه‌ای

کیفیت گیاهان دارویی و ادویه‌ای اثر مستقیمی بر ایمنی و اثربخشی آن‌ها دارد. لذا به منظور برآورده کردن استانداردهای کیفی روش‌های مختلفی همچون اتیلن اکساید، تابش‌دهی با اشعه گاما، تیمارهای حرارتی، ازن‌دهی و پلاسمای سرد به منظور کاهش بار میکروبی گیاهان دارویی و ادویه‌ای به کار گرفته شده است. تیماردهی با گاز متیل بروماید و اتیلن اکساید یکی از روش‌های ضدعفونی است که به دلیل اثربخشی و هزینه نسبتاً کم، به‌طور متداول برای کاهش آلودگی میکروبی در گیاهان دارویی و ادویه‌ای به کار گرفته شده است. علی‌رغم مزیت فوق، این روش به دلیل تشکیل مواد سمی، سرطان‌زایی، ایمنی و مسائل زیست‌محیطی در اتحادیه اروپا منسوخ‌شده است [۱۸]. تابش‌دهی گاما روش دیگری است که برای ضدعفونی میکروبیولوژیکی گیاهان دارویی و ادویه‌ای به رسمیت شناخته‌شده است. این روش سبب بهبود کیفیت مواد خام و کاهش تلفات ناشی از آلودگی میکروبی و آسیب‌دیدگی حشرات می‌گردد، علاوه بر این روشی سریع، راحت و کاربرپسند است. همچنین شانس آلودگی مجدد گیاهان و ادویه‌جات بعد از ضدعفونی کردن کاهش می‌یابد چرا که تابش‌دهی بعد از بسته‌بندی محصول صورت می‌گیرد [۱۹,۲۰]. تابش‌دهی با اشعه گاما فقط می‌تواند در دز کنترل‌شده‌ای به

[1]- Mycotoxin

کار برده شود، به‌بیان‌دیگر در تابش‌دهی با اشعه گاما بیشینه مقدار جذبی برای مواد غذایی نباید از kGy ۱۰ بیشتر گردد، چرا که سلامتی مصرف‌کنندگان را به خطر انداخته و بر ویژگی‌های ساختاری و حسی مواد غذایی تأثیر می‌گذارد [۲۱]. بااین‌حال گزارش‌هایی راجع به معایب پرتوتابی همچون تأثیر بر روی خصوصیات کیفی گیاهان دارویی و ادویه‌ای، هزینه بالای فرآیند، تشکیل مواد رادیولیز در محصولات بسته‌بندی‌شده و عدم استقبال عمومی نسبت به محصولات پرتودیده در میان مصرف‌کنندگان گزارش شده است [۲۵-۲۲].

سامانه گرمایش با بخار به‌طور گسترده‌ای در صنایع ادویه‌جات و گیاهان در اتحادیه اروپا به منظور ضدعفونی‌کردن استفاده می‌شود. بسته به هدف مورد نظر سامانه‌های گرمایش با بخار به دو دسته سامانه بخار اشباع و سامانه بخار فوق گرم تقسیم می‌گردند. شماتیک سامانه ضدعفونی بخار اشباع/ بخارفوق‌گرم به همراه اجزای آن در شکل (۳) نشان داده شده است.

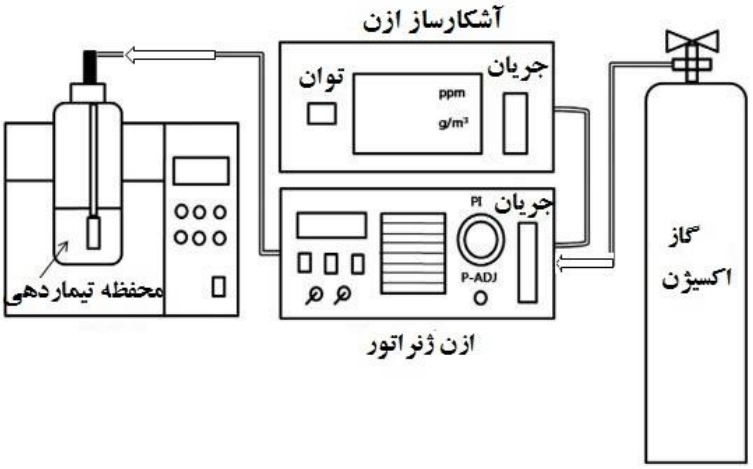


شکل (۳): شماتیک سامانه ضدعفونی بخاراشباع/بخارفوق‌گرم: ۱-:مخزن آب، ۲- بویلر، ۳- سوپرهیتر، ۴- محفظه ضدعفونی ۵- واحد کنترل توان، ۶- سامانه نمایشگر دما، ۷- سامانه پردازش داده‌های دما، ۸- کنترلردما برای باند هیتر [۲۶]

سامانه مذکور دارای مخزن آب، بویلر، مبدل سوپرهیتر، محفظه تیماردهی، لوله‌های فولادی ضدزنگ عایق، شیرکنترل جریان، پمپ و سامانه کنترلی می‌باشد. میزان بخار تولیدی در این سامانه با توجه به توان ورودی به سامانه (توان ورودی به بویلر و سوپرهیتر) و ظرفیت بویلر متفاوت می‌باشد. مکانیزم کار این روش بر مبنای استفاده از بخار در دمای ۲۰۰-۱۰۰ درجه سلسیوس می‌باشد. بدین منظور جریان بخار حرارت را به‌صورت همرفتی به سطح محصول منتقل و سبب افزایش دمای محصول و ضدعفونی‌کردن آن می‌گردد. به هر حال تیماردهی با سامانه گرمایش با بخار به دلیل مصرف بالای انرژی، پیچیدگی تجهیزات، افزایش میزان رطوبت محصول نهایی، تغییر عطر، رایحه و کاهش ترکیبات فرار محصول و کاربردی نبودن برای مواد پودری کمتر مورد استقبال قرار گرفته است [۳۰-۲۷].

ازن‌دهی و پلاسمای سرد اخیراً برای ضدعفونی و کاهش بار میکروبی گیاهان دارویی و ادویه‌ای به کار گرفته شده است. ازن به‌عنوان یک ضدعفونی‌کننده مؤثر قدرت نفوذ بالایی را در محصول دارد و بدون اینکه هیچ ماده سمی از خود به جا بگذارد به اکسیژن تجزیه می‌گردد که این مزیت، پتانسیل کاربردی ازن‌دهی را در صنایع غذایی افزایش داده است [۳۱].

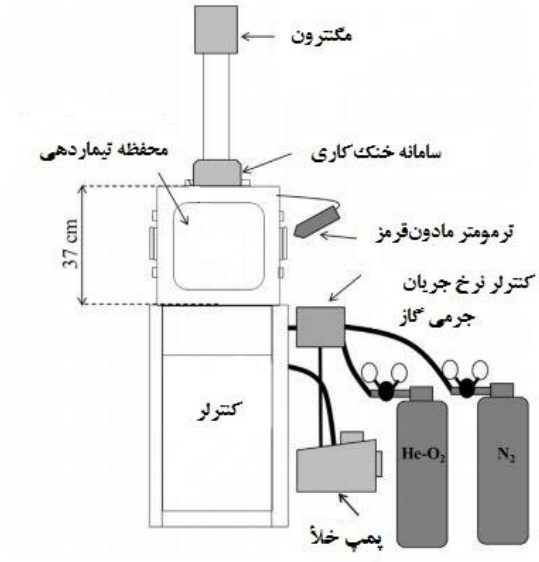
ازن‌دهی بسته به هدف به دو فرم گازی و محلول در آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. شماتیک سامانه تیماردهی با ازن در شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل (۴): شماتیک سامانه ازن‌دهی به همراه اجزای آن [۳۲]

سامانه مورد نظر از چهار قسمت اصلی مخزن اکسیژن، آشکارساز ازن، ازن ژنراتور و محفظه تیماردهی تشکیل شده است. بدین منظور ابتدا اکسیژن وارد ازن‌ژنراتور و تبدیل به ازن خواهد شد، سپس ازن تولیدی به‌طور مستقیم به داخل محفظه نمونه تزریق و فرآیند ضدعفونی انجام می‌گیرد. زمان تیماردهی با توجه به نوع محصول و غلظت ازن به کار گرفته شده متفاوت خواهد بود.

پلاسمای سرد یک فناوری غیرحرارتی است که دمای سطحی نمونه تیمارشده در دمایی زیر دمای تیمارهای حرارتی نگه داشته می‌شود و می‌تواند تحت شرایط غیرحرارتی، باکتری‌ها،کپک و قارچ‌ها را غیرفعال کند [۳۳]. تصویر شماتیک سامانه تیماردهی با پلاسمای سرد در شکل (۵) نشان داده شده است که شامل مگنترون، سامانه خنک‌کاری، محفظه تیماردهی، پمپ خلأ و کنترلر می‌باشد.



شکل (۵): شماتیک سامانه ضدعفونی با پلاسمای سرد [۳۴]

پلاسمای سرد را می‌توان تحت خلأ یا در شرایط اتمسفر با استفاده از منابع فرکانس رادیویی یا مایکروویو تولید کرد. بدین منظور ابتدا منبع الکترومغناطیس یک موج در توان به کاربرده شده تولید می‌کند و در مرحله بعد گاز نیتروژن، اکسیژن، هلیوم یا مخلوطی از آنها به محفظه خلأ تزریق می‌گردد.با اعمال موج الکترومغناطیس تولیدی به محیط گازی، پلاسما تولید خواهد شد. واکنش گونه‌های مختلف داخل پلاسما همچون رادیکال‌های آزاد، ذرات باردار، فوتون‌های فرابنفش و گرما دلایلی برای اثرات ضدمیکروبی هستند [۳۳]. مطالعات مختلفی قبلا اثرات ضدمیکروبی پلاسمای اتمسفری سرد و ازن‌دهی را بر روی میکروارگانیسم‌های مختلف همچون باکتری‌های رویشی، باکتری‌های اندواسپر و کپک و قارچ‌ها نشان داده‌اند [۳۵-۳۷]. به هر حال به دلیل هزینه‌های بالای نصب تجهیزات به ساخت نمونه‌های کوچک محدود شده و هنوز در دست بررسی است.

تأثیر روش‌های ضدعفونی بر کیفیت میکروبی و مواد مؤثره گیاهان دارویی و ادویه‌ای

به‌کارگیری گیاهان دارویی و ادویه‌ای آلوده در صنایع مختلف سلامت مصرف‌کننده را به خطر می‌اندازد، از طرفی دیگر امکان ورود این محصولات به بازارهای پرسود جهانی و رقابت در عرصه بازاریابی کاهش می‌یابد. گیاهان دارویی و ادویه‌ای تولیدشده در مناطق مختلف علاوه بر ویژگی‌های فیزیکی_شیمیایی، باید از نظر آلودگی میکروبی و تأثیر آن بر خواص کیفی گیاه نیز مورد ارزیابی قرار گیرند. در جدول (۱) مروری بر مهم‌ترین پژوهش‌های انجام شده درزمینهٔ ضدعفونی کردن گیاهان دارویی و ادویه‌ای و تأثیر روش‌های ضدعفونی بر ویژگی‌های کیفی و میکروبی گیاهان فرآوری شده آورده شده است.

جدول (۱) : مروری بر مهم‌ترین پژوهش‌های انجام شده درزمینهٔ ضدعفونی کردن گیاهان دارویی

محصول فرآوری شده	روش ضدعفونی	نتیجه	منبع
پودر فلفل قرمز، پونه کوهی[1] و دانه فلفل	پلاسمای سرد با هدف غیرفعال‌سازی فلور میکروبی، بررسی تغییرات رنگ، مهار آسپرژیلوس فلاووس[2] و باسیلوس سرئوس[3]	کاهش کپک، مخمر و شمارش میکروبی هر سه نمونه، تغییر رنگ نمونه‌ها با در نظر گرفتن زمان تیماردهی، کاهش اسپورهای آسپرژیلوس فلاووس و باسیلوس سرئوس	[۳۳,۳۶]
مرزنجوش[4]، فلفل قرمز	ازن‌دهی به منظور کاهش بار میکروبی و حذف سالمونلا، اشریشیا کلی، باسیلوس سرئوس و اسپور آن	کاهش ۲/۷ و ۳/۲ واحد لگاریتمی بار میکروبی به ترتیب درغلظت ۲/۸ و غلظت ۵/۳. کاهش ۲/۸ و ۳/۷ واحد لگاریتمی سالمونلا، کاهش اشریشیا کلی، باسیلوس	[۲۲،۳۷]

1- Crushed oregano
2- Aspergillus flavus
3 - Bacillus cereus
4 -Dried oregano

		سرئوس و اسپور آن، تغییرات جزئی در طعم و ظاهر فلفل قرمز	
دارچین[1]، رازیانه[2] و فلفل تند[3]، ادویه پاپریکا[4]	تابش‌دهی با گاما و گرمایش مایکروویو به منظور ارزیابی ترکیبات فیتوشیمیایی (فنل کل، فلاونوئید و آنتی اکسیدان) و بار میکروبی (باکتری و قارچ)، مقایسه چهار روش تابش‌دهی، بخاردهی، گرمایش مایکروویو و فرکانس رادیویی به منظور بررسی آلودگی میکروبی، ترکیبات فیتوشیمیایی و خصوصیات ظاهری	کاهش شمارش باکتری‌ها و قارچ ها در هر دو روش. کاهش فنل کل در فلفل تند، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان در همه نمونه‌ها (روش تابش‌دهی)؛ کاهش فنل کل در فلفل تند، فلاونوئید در رازیانه و دارچین و فعالیت آنتی اکسیدانی در همه نمونه‌ها (روش مایکروویو). موثر بودن تابش‌دهی و بخار در کاهش بارمیکروبی، کاهش معنی‌دار ترکیبات فرار و رنگ در هر چهار روش ضدعفونی	[۳۸،۳۹]

در کشور ایران نیز تاکنون تحقیقات مختلفی درزمینهٔ ضدعفونی‌کردن گیاهان دارویی و ادویه‌ای با روش‌های مختلفی صورت گرفته است که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد. ولی اصیل و همکاران [۴] اثر دو روش ضدعفونی کردن با اشعه گاما و ازن‌دهی را بر بار میکروبی بادرنجبویه مورد بررسی قرار دادند. بدین منظور در تیماردهی با اشعه گاما برگ‌های خشک بادرنجبویه در معرض مقدار kGy ۳، ۷، ۱۰ و ۱۵ قرار گرفتند. همچنین در تیماردهی با گاز ازن از غلظت‌های ۰/۳، ۰/۶، و ۰/۹ میلی‌گرم در لیتر و مدت زمان ۱۰ و ۳۰ دقیقه استفاده شد. نتایج نشان داد که ازن‌دهی تأثیر بیشتری در کاهش بار میکروبی بادرنجبویه داشت. بیشترین تأثیر اشعه گاما و گاز ازن به ترتیب در مقدار kGy ۱۵ و غلظت ۰/۹ میلی‌گرم در لیتر و زمان ۳۰ دقیقه به دست آمد. در پایان استفاده از گاز ازن را به دلیل هزینه پایین فرآیند نسبت به اشعه گاما برای ضدعفونی کردن گیاه بادرنجبویه پیشنهاد دادند.

همتی‌مقدم و همکاران [۵] اثر تیمار گاز ازن با غلظت g/h ۲ به مدت ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه را بر بار میکروبی و ویژگی‌های فیتوشیمیایی سماق، زیره سیاه و فلفل مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تیماردهی با گاز ازن در مقایسه با نمونه شاهد سبب کاهش دو واحد لگاریتمی تعداد کلی میکروارگانیسم‌ها، چهار واحد لگاریتمی کپک و مخمر و یک واحد لگاریتمی جمعیت کلی‌فرم‌ها می‌شود. در مورد ویژگی‌های کیفی، تیمار ۶۰ دقیقه‌ای با گاز ازن سبب کاهش معنی‌داری در ترکیبات فنلی در زیره و فلفل نسبت به نمونه شاهد شد. همچنین بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب در نمونه‌های سماق، فلفل و زیره مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر با افزایش جوامع بشری و اهمیت گیاهان دارویی و ادویه‌ای، استفاده از این گیاهان به طور چشمگیری در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه افزایش پیدا کرده است. گیاهان دارویی و ادویه‌ای همچون سایر اقلام کشاورزی در هر نقطه‌ای از زنجیره تولید (کاشت، داشت، برداشت، فرآوری) مستعد آلودگی با میکروب‌ها ، حشرات و ... هستند.

5- Cinnamon

2 -fennel
3 -hot pepper
4 - paprika

بنابراین ضدعفونی کردن گیاهان دارویی و ادویه‌ای به منظور دسترسی به محصولاتی با کیفیت استاندارد در راستای سلامت مصرف کننده، کاهش اثرات نامطلوب بر ترکیبات مواد خام، ضایعات کمتر و از همه مهم‌تر ارزش‌افزوده بیشتر ضروری می‌باشد. علی‌رغم تاریخچه طولانی و استفاده گسترده گیاهان دارویی و ادویه‌ای در ایران، تلاش‌های محدودی برای ارزیابی آلودگی میکروبی در آنها انجام شده است به‌طوری‌که نبود یک سامانه مناسب برای ضدعفونی کردن این محصولات عامل اصلی کیفیت ضعیف گیاهان دارویی و ادویه‌ای محسوب می‌شود. در حال حاضر فناوری پلاسمای سرد به‌عنوان روشی سرد برای ضدعفونی‌کردن در مقیاس آزمایشگاهی استفاده می‌شود. با این وجود چالش‌های متعددی درزمینهٔ توسعه سامانه پلاسمای سرد وجود دارد و تحقیقات آینده بایستی معطوف به زمان تیماردهی کوتاه نمونه‌ها و پیوسته بودن فرآیند باشد. امید است با توسعه چنین سامانه‌ای، گام بزرگی در جهت کنترل کیفی ادویه‌جات و گیاهان دارویی و در نتیجه ارزش‌افزوده بیشتر محصول برداشته شود.

مراجع:

۱. امیدبیگی، رضا، ۱۳۹۴. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد ۱). انتشارات به نشر، مشهد.

۲. عبادی، م.ت.، عباسیان، ج. ۱۳۹۳. بررسی تجارت جهانی گیاهان دارویی و معطر. مستند ویژه دومین جشنواره و نمایشگاه ملی گیاهان دارویی، فرآورده‌های طبیعی و طب سنتی ایران. ۱۹۷-۱۸۶

۳. وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۷). آمار و اطلاعات، گزارشات سالیانه، https://www.maj.ir

۴. ولی‌اصیل، ر. عزیزی، م. آروئی، ح. بحرینی، م. مربایان، م. ۱۳۹۵. اثر ضدعفونی کننده اشعه گاما و گاز ازون بر بار میکروبی بادرنجبویه. نشریه علوم باغبانی، ۳۱ (۲): ۲۳۴-۲۲۶.

۵. همتی مقدم، ع. آصفی، ن. حنیفیان، ش.۱۳۹۶. مطالعه اثر تیمار ازن بر ویژگیهای کیفی و بار میکروبی سماق، زیره و فلفل. مجله بهداشت مواد غذایی، ۷ (۳): ۴۷-۳۷.

6. Embuscado, M.E., 2015. Herbs and spices as antioxidants for food preservation, Handbook of antioxidants for food preservation. Elsevier, pp: 251-283.

7. Fogele, B., Granta, R., Valciņa, O. and Bērziņš, A., 2018. Occurrence and diversity of Bacillus cereus and moulds in spices and herbs. Food Control, 83, pp: 69-74.

8. Kaefer, C.M., Milner, J.A., 2008. The role of herbs and spices in cancer prevention. The Journal of Nutritional Biochemistry, 19: 347-361.

9. Smith-Hall, C., Larsen, H.O., Pouliot, M., 2012. People, plants and health: a conceptual framework for assessing changes in medicinal plant consumption. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 8: 43.

10. Chan, K., 2003. Some aspects of toxic contaminants in herbal medicines. Chemosphere 52, 1361-1371.

11. McKee, L., 1995. Microbial contamination of spices and herbs: a review. LWT-Food Science and Technology, 28: 1-11.

12. Chmielewski, A., Migdał, W., 2005. Radiation decontamination of herbs and spices. Nukleonika, 50: 179-184.

13. Kneifel, W., Czech, E., Kopp, B., 2002. Microbial contamination of medicinal plants-a review. Planta Medica, 68: 5-15.

14. Kosalec, I., Cvek, J. and Tomić, S., 2009. Contaminants of medicinal herbs and herbal products. Arhiv za higijenu rada i toksikologiju, 60(4), pp: 485-500.

15. Stępień, Ł., Koczyk, G., Waśkiewicz, A., 2011. Genetic and phenotypic variation of *Fusarium proliferatum* isolates from different host species. Journal of Applied Genetics, 52: 487.
16. Waśkiewicz, a., Irzykowska, L., Karolewski, Z., Bocianowski, J., Kostecki, M., Goliński, p., Knaflewski, m., Weber, Z., 2008. Fusarium spp. and mycotoxins present in asparagus spears. Cereal Research Communications, 36: 405-407.
17. World Health Organization, 2007. WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues.
18. Schweiggert, U., Carle, R., Schieber, A., 2007. Conventional and alternative processes for spice production–a review. Trends in Food Science & Technology, 18: 260-268.
19. Farkas, J., 1998. Irradiation as a method for decontaminating food: a review. International Journal of Food Microbiology, 44: 189-204.
20. Khattak, K.F., Simpson, T.J., 2009. Effect of gamma irradiation on the microbial load, nutrient composition and free radical scavenging activity of Nelumbo nucifera rhizome. Radiation Physics and Chemistry, 78: 206-212.
21. Roberts, P.B., 2016. Food irradiation: Standards, regulations and world-wide trade. Radiation Physics and Chemistry, 129: 30-34.
22. Akbas, M.Y., Ozdemir, M., 2008. Effect of gaseous ozone on microbial inactivation and sensory of flaked red peppers. International Journal of Food Science & Technology, 43: 1657-1662.
23. Ban, C., Lee, D.H., Jo, Y., Bae, H., Seong, H., Kim, S.O., Lim, S. and Choi, Y.J. 2018. Use of superheated steam to inactivate Salmonella enterica serovars Typhimurium and Enteritidis contamination on black peppercorns, pecans, and almonds. Journal of Food Engineering, 222: 284-291.
24. Chytiri, S., Goulas, A., Badeka, A., Riganakos, K., Kontominas, M., 2005. Volatile and non-volatile radiolysis products in irradiated multilayer coextruded food-packaging films containing a buried layer of recycled low-density polyethylene. Food Additives and Contaminants, 22: 1264-1273.
25. Gumus, T., Albayrak, S., Sagdic, O., Arici, M., 2011. Effect of gamma irradiation on total phenolic contents and antioxidant activities of *Satureja hortensis*, *Thymus vulgaris*, and *Thymbra spicata* from Turkey. International Journal of Food Properties, 14: 830-839.
26. Ban, C., Lee, D.H., Jo, Y., Bae, H., Seong, H., Kim, S.O., Lim, S. and Choi, Y.J., 2018. Use of superheated steam to inactivate Salmonella enterica serovars Typhimurium and Enteritidis contamination on black peppercorns, pecans, and almonds. Journal of Food Engineering, 222, pp:284-291.
27. Ban, G.-H. and Kang, D.-H. 2016. Effectiveness of superheated steam for inactivation of Escherichia coli O157: H7, Salmonella Typhimurium, Salmonella Enteritidis phage type 30, and Listeria monocytogenes on almonds and pistachios. International Journal of Food Microbiology, 220: 19-25.
28. Brodowska, A., Śmigielski, K. and Nowak, A. 2014. Comparison of methods of herbs and spices decontamination. Chemik, 68(2): 97-102.
29. Rico, C.W., Kim, G.-R., Ahn, J.-J., Kim, H.-K., Furuta, M., Kwon, J.-H., 2010. The comparative effect of steaming and irradiation on the physicochemical and microbiological properties of dried red pepper (Capsicum annum L.). Food Chemistry, 119: 1012-1016.

30. Tateo, F., Bononi, M., 2006. Determination of ethylene chlorohydrin as marker of spices fumigation with ethylene oxide. Journal of Food Composition and Analysis, 19: 83-87.
31. Luo, X., Wang, R., Wang, L., Li, Y., Bian, Y. and Chen, Z., 2014. Effect of ozone treatment on aflatoxin B1 and safety evaluation of ozonized corn. Food Control, 37, pp:171-176.
32. Sung, H.J., Song, W.J., Kim, K.P., Ryu, S. and Kang, D.H., 2014. Combination effect of ozone and heat treatments for the inactivation of Escherichia coli O157: H7, *Salmonella typhimurium*, and Listeria monocytogenes in apple juice. International Journal of Food Microbiology, 171, pp:147-153.
33. Lee, H., Kim, J.E., Chung, M.S. and Min, S.C., 2015. Cold plasma treatment for the microbiological safety of cabbage, lettuce, and dried figs. Food Microbiology, 51, pp:74-80.
34. Hertwig, C., Reineke, K., Ehlbeck, J., Erdoğdu, B., Rauh, C., Schlüter, O., 2015. Impact of remote plasma treatment on natural microbial load and quality parameters of selected herbs and spices. Journal of Food Engineering, 167: 12-17.
35. Baier, M., Görgen, M., Ehlbeck, J., Knorr, D., Herppich, W.B., Schlüter, O., 2014. Non-thermal atmospheric pressure plasma: screening for gentle process conditions and antibacterial efficiency on perishable fresh produce. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 22: 147-157.
36. Kim, J.E., Lee, D.-U., Min, S.C., 2014. Microbial decontamination of red pepper powder by cold plasma. Food Microbiology, 38: 128-136.
37. Torlak, E., Sert, D., Ulca, P., 2013. Efficacy of gaseous ozone against Salmonella and microbial population on dried oregano. International Journal of Food Microbiology, 165: 276-280.
38. Hassan, A.B., Ahmed, S.M., Elkhatim, K.A.S., Abdelhalim, T.S., Fawale, S.O., Adiamo, O.Q. and Ahmed, I.A.M., 2019. Effect of gamma irradiation and microwave heating treatments on microbial load and antioxidant potentials in cinnamon, fennel and hot pepper. Journal of Food Measurement and Characterization, 13(2), pp:1130-1138.
39. Molnár, H., Bata-Vidács, I., Baka, E., Cserhalmi, Z., Ferenczi, S., Tömösközi-Farkas, R., Adányi, N. and Székács, A., 2018. The effect of different decontamination methods on the microbial load, bioactive components, aroma and colour of spice paprika. Food Control, 83, pp:131-140.

Equipment and methods used in sterilization of medicinal and spice plants

Edris Rahmati[1], Mohammad Hadi Khoshtaghaza[*1], Ahmad Banakar[1], Mohammad Taghi Ebadi[2]

1. Department of Biosystems Engineering, Tarbiat Modares University of Tehran.
2. Department of Horticultural Science, Tarbiat Modares University of Tehran.

Abstract

Microbial contamination of medicinal and spice plants at different stages of the production process can reduce the quality of product. Therefore, sterilization of these plants is necessary to reduce microbial load, improve effectiveness in the treatment of diseases and more added value of product. Various methods have been used such as ethylene oxide gas, gamma irradiation, steaming, ozone and cold plasma for sterilization of medicinal and spice plants. Some of these methods have disadvantages such as environmental pollution, influence on the physicochemical properties of the plant, batch type and high cost of the process. Considering the problems relevant to the some of the previous methods, it is necessary to select a proper system for sterilization of medicinal and spice plants. Recently, cold plasma for sterilization of medicinal and spice plants has been attracted the attention of researchers. However, due to high installation costs of equipment and the long treatment time, it is limited to small samples and is still under investigation. Hence, in this review article, sources of contamination of medicinal and spice plants, the systems used for their sterilization and the effect of sterilization methods on the qualitative and microbial properties of the processed product will be discussed.

Key words: Medicinal and spice plants, Sterilization, Microbial contamination, Active ingredients

*Corresponding author: Mohammad Hadi Khoshtaghaza
E-mail: khoshtag@modares.ac.ir