

مطالعه اثر تیمار ازن بر ویژگی‌های کیفی و بار میکروبی سماق، زیره و فلفل

علیرضا همتی مقدم^۱، نارملا آصفی^{۲*}، شهرام حنیفیان^۲

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۲. استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

*نویسنده مسئول: n.asefi@iaut.ac.ir

(دریافت مقاله: ۹۵/۱۰/۷ پذیرش نهایی: ۹۵/۱۲/۲۹)

چکیده

ادویه‌ها غالباً با روش‌های سنتی و در شرایط نامناسب بهداشتی تهیه و فرآوری می‌شوند و می‌توانند حاوی مقادیر بالایی از میکروب‌های عامل فساد و بیماری‌زای انسانی باشند. هدف این پژوهش مطالعه اثر گاز ازن بر برخی از ویژگی‌های کیفی و میکروبی ادویه‌های سماق، زیره و فلفل بود. برای این منظور نمونه‌های مورد آزمایش توسط گاز ازن با غلظت ۲ گرم بر ساعت به مدت ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه تیمار شدند. سپس بار میکروبی و شاخص‌هایی نظیر درصد رطوبت، خواص آنتی‌اکسیدانی و میزان ترکیبات فنلی نمونه‌ها تعیین گردیدند. نتایج بررسی نشان داد در قیاس با نمونه شاهد، تیمار با گاز ازن موجب کاهش ۲ واحد لگاریتمی ($P < 0/05$) تعداد کلی میکروارگانیزم‌ها، ۴ واحد لگاریتمی کپک و مخمر و ۱ واحد لگاریتمی جمعیت کلی فرم‌ها شد. از طرفی، تیمار ۶۰ دقیقه‌ای با گاز ازن باعث کاهش معنی‌دار ($P < 0/05$) میزان رطوبت در زیره و فلفل شد اما این کاهش در سماق معنی‌دار نبود. همچنین متعاقب تیمار ۶۰ دقیقه‌ای گاز ازن، مقدار ترکیبات فنولی در زیره و فلفل نسبت به نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری ($P < 0/05$) کاهش یافت، درحالی‌که در سماق کاهش معنی‌داری مشاهده نشد. در مورد شاخص آنتی‌اکسیدانی (درصد به دام‌اندازی رادیکال DPPH) نتایج نشان داد در زمان صفر و بعد از ۶۰ دقیقه تیمار با گاز ازن، بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌ترتیب در ادویه‌های سماق، فلفل و زیره مشاهده شد. طبق یافته‌های مطالعه، می‌توان با چشم‌پوشی از اثرات منفی ازن بر برخی از ویژگی‌های کیفی ادویه، به‌طور مؤثری برای کاهش میکروبی ادویه استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: ازن، ادویه، بار میکروبی، ترکیبات فنولی، رادیکال DPPH

مقدمه

امروزه توجه جوامع به سمت استفاده از مواد با منشأ گیاهی با عنوان افزودنی غذایی و نیز نگه‌دارنده طبیعی غذایی معطوف شده است و گرایشی به نام «مصرف سبز» (A trend of 'green' consumerism) شکل گرفته است (Burt, 2004). ادویه‌ها به‌عنوان یکی از متداول‌ترین طعم‌دهنده‌ها با منشأ طبیعی در تهیه و فرمولاسیون مواد غذایی کاربرد فراوان دارند. سازمان جهانی استاندارد (ISO: International Organization for Standardization) و سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA: Food and Drug Administration) ادویه‌ها را به‌عنوان فرآورده‌های گیاهی که جهت طعم و مزه بخشیدن به غذاها استفاده می‌شوند، تعریف می‌کند. بخش اعظم ادویه مصرفی جهان در کشورهای فقیر و در محیط‌های باز و ابزارهای ابتدایی تولید و عرضه تولید می‌شوند. در نتیجه مستعد آلودگی با باکتری‌ها (فرم‌های رویشی و اسپوری)، مخمرها و کپک‌ها هستند. لذا برای حفظ سلامت مصرف‌کنندگان، آلودگی‌زدایی این محصولات به یک امر ضروری مبدل شده است. برای این منظور، از روش‌های مختلفی نظیر گازدهی با اکسیداتیلن و پرتودهی استفاده می‌شود. این قبیل روش‌ها در کنار داشتن مزایای متعدد، به‌دلیل داشتن تبعات زیست‌محیطی و تهدید برای ایمنی مصرف‌کنندگان، ممنوع و یا محدود شده‌اند (Karim, 2003). در سال‌های اخیر به‌دلیل نگرانی‌های مربوط به به‌کارگیری خطرات ضدعفونی‌کننده‌های کلره در صنعت غذا، تمایل به استفاده از عوامل جایگزین نظیر ازن معطوف شده است. ازن یک آلتروپ نسبتاً ناپایدار از

اکسیژن است که از سه مولکول اکسیژن تشکیل شده است و به‌عنوان ضدعفونی‌کننده آب، غذا، سطوح فرآوری غذا و تجهیزاتی که با مواد غذایی در تماس مستقیم هستند، پیشنهاد شده است.

ازن، میکروارگانسیم‌های مختلف نظیر انواع باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، مخمرها، هم‌چنین اسپورهای منتشر شونده از طریق آب و هوا را از بین می‌برد و به‌نحو بسیار مؤثری انواع آلودگی‌های میکروبی را کاهش می‌دهد (Shane et al., 2008).

زیره، سماق و فلفل از ادویه‌های متداول در ایران هستند. گیاه زیره سیاه یا زیره کوهی با نام علمی *Bunium persicum Boi sss* گیاهی است دارویی و از اسانس آن در صنایع غذایی، داروسازی، بهداشتی و آرایشی استفاده فراوان می‌شود (Narayan et al., 1980). سماق با نام علمی *Rhus coriaria* از تیره پسته است و قسمت مورد استفاده در طب سنتی و آشپزی ایرانی، پوسته‌های پیاله‌ای شکل ریز، قرمز رنگ و ترش‌مزه سطح میوه گیاه است. فلفل از خانواده *Piperaceae* می‌باشد که میوه آن پس از خشک و ساییده شدن در رنگ‌های سیاه، سفید و سرخ عرضه می‌شود و به‌عنوان ادویه و چاشنی استفاده می‌گردد (Zargari, 1989). در تحقیقات مختلفی اثر ازن بر مواد غذایی مختلف و از آن جمله ادویه‌جات انجام گرفته است. برای مثال پژوهشگران از غلظت‌های ۵ و ppm ازن به مدت ۳ و ۵ ساعت در انجیر خشک استفاده کردند. نتایج نشانگر کاهش معنی‌دار جمعیت کلی باکتری‌ها، کلی‌فرم‌ها، کپک‌ها و مخمرها و هم‌چنین حذف کامل *اشریشیا کولای* بود (Ozteken et al.,

به صورت هم‌زمان استفاده شدند و میزان خروج گاز هر دستگاه در غلظت ۲ گرم بر ساعت تنظیم گردید. نمونه‌ها در مدت زمان‌های ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه تیمار شدند و پس از اتمام زمان گازدهی، نمونه‌های تیمار شده با حفظ شرایط استریل به لوله‌های فالكون استریل انتقال یافته و برای آزمون‌های میکروبی و شیمیایی مورد استفاده قرار گرفتند.

- آزمون‌های میکروبی

مقدار ۱۰ گرم از هر ادویه با ۹۰ میلی‌لیتر محلول رینگر استریل در داخل ارلن مخلوط و برای همگن‌سازی به مدت ۲-۳ دقیقه روی شیکر (فن‌آزما، ایران) قرار گرفتند. سپس لوله‌های سریال رقت با استفاده از سرم رینگر تهیه شد. برای شمارش میکروبی‌های هوازی مزوفیل از محیط کشت Plate Count Agar (Merck, Germany) در دمای ۳۰ درجه سلسیوس و مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت استفاده شد (ISIRI, 2014/5272-1). برای تعیین جمعیت کلی‌فرم‌ها از محیط کشت Violet Red Bile Agar (Merck, Germany) و برای شمارش کپک و مخمر از محیط Dichloran Glycerin Selective Agar (Merck, Germany) استفاده شد (ISIRI, 2007/9236; ISIRI, 2008/10899-2).

- آزمون‌های شیمیایی

جهت انجام آزمایشات شیمیایی عصاره آبی ادویه‌جات تهیه گردید. برای این منظور محلول آبی به نسبت ۱ به ۱۰ (نمونه به آب) تهیه شده و به مدت ۴۸ ساعت در شکر با سرعت ۱۴۰ دور بر دقیقه در دمای آزمایشگاه مخلوط شد. پس از صاف نمودن محلول، در دستگاه روتاری اوپراتور (Ika, Germany) با خلاء

هم‌چنین کاربرد ازن در خرما منجر به کاهش قابل‌ملاحظه جمعیت کپک و مخمر شد (Farajzadeh et al., 2013). اثر گاز ازن بر جمعیت میکروبی در پونه کوهی خشک نشان داد، تیمار با گاز ازن روش مناسبی برای کاهش بار میکروبی پونه کوهی خشک می‌باشد (Torlak et al., 2013). در مطالعه دیگری تأثیر ازن بر آلودگی دانه‌های فلفل سیاه و محتوای روغن فرار بررسی شد و یافته‌ها حاکی از کاهش ۳ تا ۴ واحد لگاریتمی جمعیت میکروبی بودند، درحالی‌که ازن اثر معنی‌داری روی روغن فرار دانه‌های فلفل سیاه نداشت (Zhao and Cranston, 1995).

با توجه به تولید و مصرف بالای ادویه در ایران و آلودگی بالای میکروبی آن‌ها در نتیجه استفاده از روش‌های تولید و فرآوری سنتی و غیربهداشتی، هدف از پژوهش اخیر مطالعه تأثیر گازدهی با ازن بر بار میکروبی و شاخص‌های کیفی (رطوبت، خواص آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنولی) ادویه‌های فلفل، سماق و زیره می‌باشد.

مواد و روش‌ها

- آماده‌سازی نمونه‌ها

دانه‌های سماق، فلفل سیاه و زیره سیاه از بازار محلی آذربایجان شرقی خریداری شدند. سماق و زیره سیاه به صورت دانه و فلفل سیاه بعد از آسیاب شدن در آزمایشگاه، مورد مطالعه قرار گرفتند. برای این منظور از هر نمونه به مقدار ۵۰ گرم توزین و سپس در محفظه شیشه‌ای به حجم ۲ لیتر قرار گرفتند. بر روی درب ظرف، مجرای ورود و خروج گاز ازن تعبیه شد. جهت گازدهی، دو دستگاه مولد ازن (QJ-002, China)

حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد و به مدت ۱ ساعت در دمای اتاق در محل تاریک نگهداری گردید و سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت و منحنی مربوطه رسم شد (Haghirosadat *et al.*, 2011).

- اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از محلول ۲ و ۲- دی‌فنیل ۲- پیکریل هیدرازیل (DPPH) انجام گردید (Merck, Germany). برای تهیه محلول ۱ میلی مولار، مقدار ۰/۰۳۹۴۳ گرم DPPH با متانول به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد و در دمای ۴ درجه سلسیوس و دور از نور نگهداری شد. در لوله آزمایش، ۶۰۰ میکرولیتر از محلول DPPH و ۶۰ میکرولیتر از عصاره تهیه شده از ادویه انتقال یافت و سپس مقدار ۵/۳۴ میلی لیتر متانول به محتویات لوله افزوده شد. برای تهیه نمونه شاهد، ۶۰۰ میکرولیتر محلول DPPH با ۵/۹۴ میلی لیتر متانول مخلوط شد. پس از نگهداری به مدت ۱۵ دقیقه در دمای محیط و دور از نور، مقدار جذب هر دو نمونه مورد آزمایش و شاهد با اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر تعیین شد (Istrati *et al.*, 2014). مقادیر درصد بازدارندگی نمونه‌ها با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{درصد بازدارندگی} \% = \frac{A_{\text{DPPH}} - A_{\text{عصاره}}}{A_{\text{DPPH}}} \times 100$$

A: میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر

۲۳۴mmHg و دمای ۶۹ درجه سلسیوس تا باقی ماندن ۱۰ میلی لیتر عصاره تبخیر شد. عصاره‌های تهیه شده تا انجام آزمایش‌ها در دمای یخچال نگهداری شدند.

- اندازه‌گیری رطوبت

میزان رطوبت با استفاده از روش خشک کردن در آون (Oven-drying method) با دمای 105 ± 5 درجه سلسیوس تا حصول وزن ثابت اندازه‌گیری شد.

- اندازه‌گیری ترکیبات فنولی

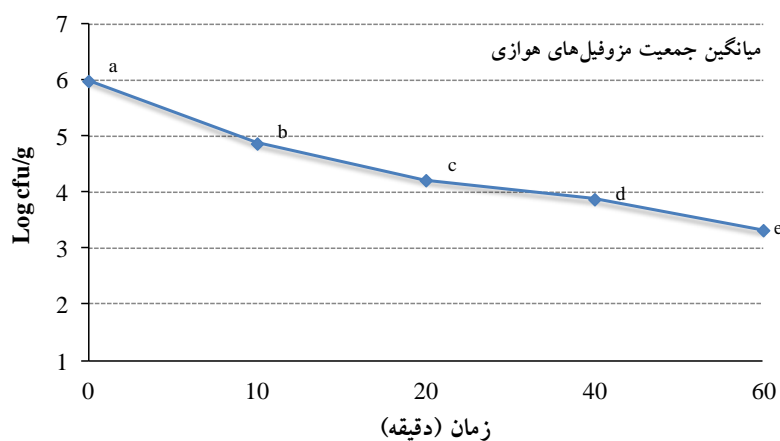
به ۰/۰۲ گرم از عصاره هر ادویه مقدار ۲ میلی لیتر متانول اضافه شد. در یک بالن ۱۰۰ میلی لیتری، ۱ میلی لیتر از محلول نمونه با ۷۰ میلی لیتر آب مقطر و ۵ میلی لیتر فولین ۱۰٪ به مدت ۷ دقیقه مخلوط شد و سپس ۱۵ میلی لیتر کربنات سدیم ۲۰٪ اشباع به آن اضافه و با آب به حجم رسانیده شد. مخلوط حاصل مدت ۶۰ دقیقه در محل تاریک و به حالت سکون نگه داشته شد. سپس با دستگاه اسپکتروفتومتر (Unico, USA) در طول موج ۷۶۵ نانومتر بررسی و عدد به دست آمده با منحنی استاندارد غلظت ترکیبات فنول موجود در نمونه تطبیق و محاسبه گردید (Asimi *et al.*, 2013). برای رسم منحنی استاندارد، ابتدا ۵۰ میلی گرم اسیدگالیک در مقداری اتانول ۸۰ درصد حل شده و به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد؛ از محلول فوق مقدار ۱، ۲، ۴، ۶، ۸، و ۱۰ میلی لیتر برداشته و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد؛ سپس از هر کدام از نمونه‌ها، ۱ میلی لیتر برداشته و با ۵ میلی لیتر محلول فولین سیوکالتیو (۱۰٪) و ۷۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط و به مدت ۷ دقیقه هم زده شد. در ادامه ۱۵ میلی لیتر محلول کربنات سدیم اشباع (۲۰٪) به مخلوط تهیه شده افزوده و با آب به

- تجزیه و تحلیل آماری

یافته‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از نرم‌افزار SPSS (ویرایش ۲۳) استفاده شد. تمامی آزمون‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از آنالیز واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین به‌روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار EXCEL 2010 صورت گرفت.

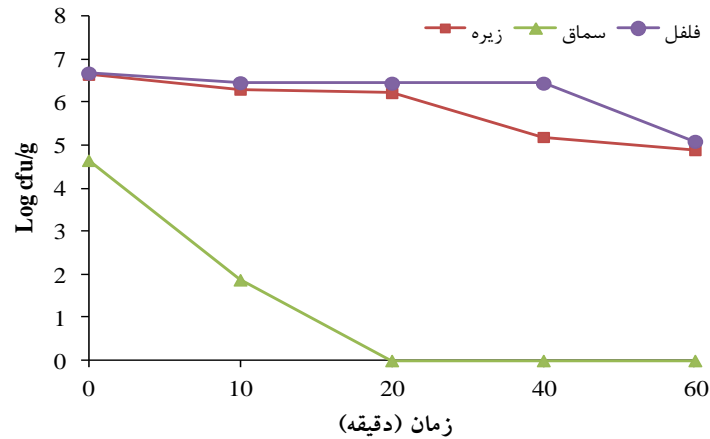
در نمودار (۱) تغییرات جمعیت میکروب‌های هوازی مزوفیل طی زمان‌های تیمار گاز ازن نشان داده شده است. براساس این یافته‌ها طول مدت تیمار ازن اثر معنی‌داری ($P < 0/05$) بر روی شمارش میکروب‌های هوازی مزوفیل داشته است و بیشترین اثر ضد میکروبی گاز ازن در زمان ۶۰ دقیقه مشاهده شد که طی آن جمعیت میکروبی از ۵/۹۹ واحد لگاریتمی در نمونه اولیه به ۳/۳۳ رسید.



نمودار (۱)- تأثیر زمان ازندهی بر میانگین جمعیت مزوفیل‌های هوازی در ادویه‌های مختلف؛ حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تفاوت ($P < 0/05$) می‌باشد.

روند کاهش باکتری‌های مزوفیل هوازی به تفکیک در سه نوع ادویه مورد بررسی در نمودار (۲) نشان داده شده است. شیب کاهش جمعیت اولیه این باکتری‌ها در سماق بیشتر از دو ادویه دیگر بود و موجب گردید در دقیقه ۱۰ ازندهی جمعیت به ۹۹/۹ درصد تعداد اولیه و در دقیقه ۲۰ به کمتر از حد ردیابی برسد. در مورد زیره،

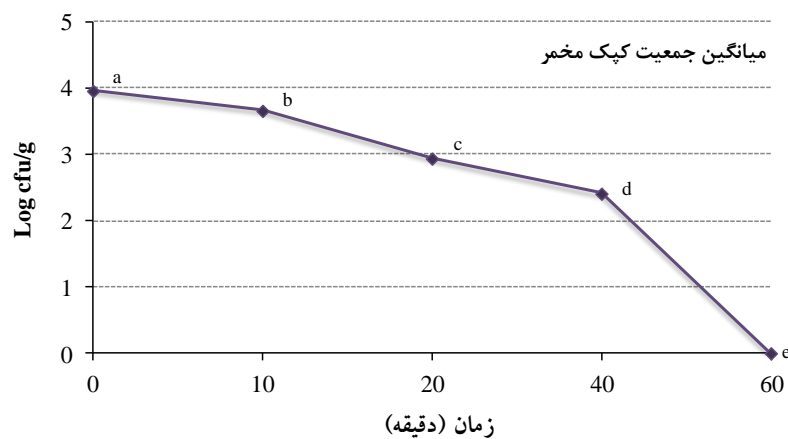
کاهش معنی‌دار ($P < 0/05$) بعد از ۲۰ دقیقه تیمار ازن مشاهده شد. اما این تأثیر در مورد فلفل بسیار خفیف‌تر بود، به‌گونه‌ای که کاهش بار میکروبی بعد از ۴۰ دقیقه ازندهی آغاز شد. کاهش بار میکروبی در زیره و فلفل بعد از ۶۰ دقیقه فرآوری به ترتیب برابر ۲ و ۱ سیکل لگاریتمی برآورد شد.



نمودار (۲) - اثر زمان تیمار ازن بر تغییرات جمعیت مزوفیل هوازی در ادویه‌های مختلف

یافته است به طوری که بیشترین اثر ضد میکروبی ازن پس از ۴۰ دقیقه مشاهده شد. در نهایت تعداد کپک مخمر در پایان ۶۰ دقیقه از حدود ۴ واحد لگاریتمی به حد غیر قابل ردیابی کاهش یافت.

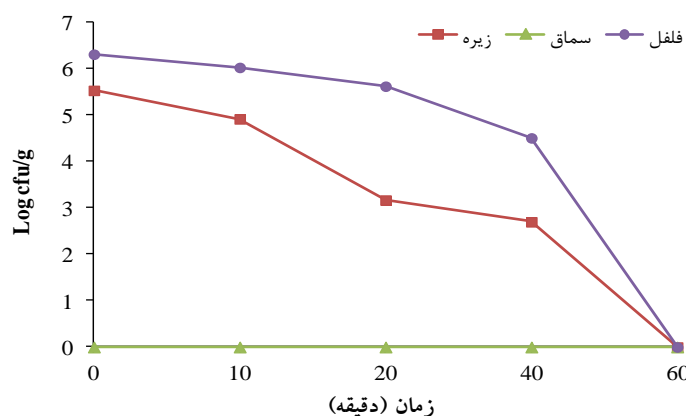
در نمودار (۳) میانگین جمعیت کپک و مخمر در نمونه‌های مختلف ادویه نشان داده است. زمان‌های مختلف اعمال گاز ازن بر روی میزان کاهش کپک و مخمر تأثیر معنی‌داری ($P < 0/05$) نشان داد و با گذشت زمان ازن‌دهی، جمعیت کپک و مخمر کاهش بیشتری



نمودار (۳) - تأثیر زمان ازن‌دهی بر میانگین جمعیت کپک و مخمر در ادویه‌های مختلف؛ حروف غیر مشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تفاوت ($P < 0/05$) می‌باشد.

و مخمر به میزان تقریبی ۳ و ۴ واحد لگاریتمی به ترتیب در زیره و فلفل مشاهده گردید. در سماق هیچ گونه آلودگی کپک و مخمر در نمونه اولیه و طی ازن‌دهی ردیابی نشد.

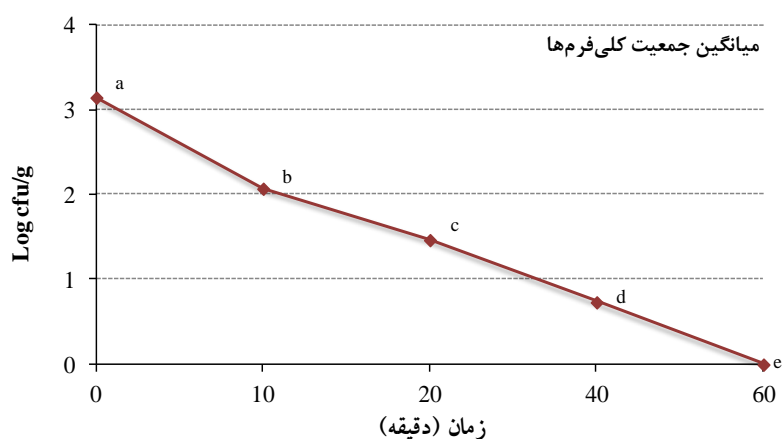
مقایسه روند کاهش جمعیت کپک و مخمر در نتیجه افزایش زمان اعمال گاز ازن و بر اساس آزمون دانکن، معنی‌دار ($P < 0/05$) بود (نمودار ۴). این کاهش تا زمان ۴۰ دقیقه در مورد زیره نسبت به فلفل بیشتر دیده شد. اما از زمان ۴۰ تا ۶۰ دقیقه افت شدیدی در تعداد کپک



نمودار (۴) - اثر زمان تیمار ازن بر تغییرات جمعیت کپک و مخمر در ادویه‌های مختلف

تحقیق، جمعیت کلی فرم‌ها در هر مرحله زمانی روند کاهشی تقریباً ثابتی نشان دادند و در نهایت در زمان ۶۰ دقیقه به حد غیرقابل ردیابی رسید.

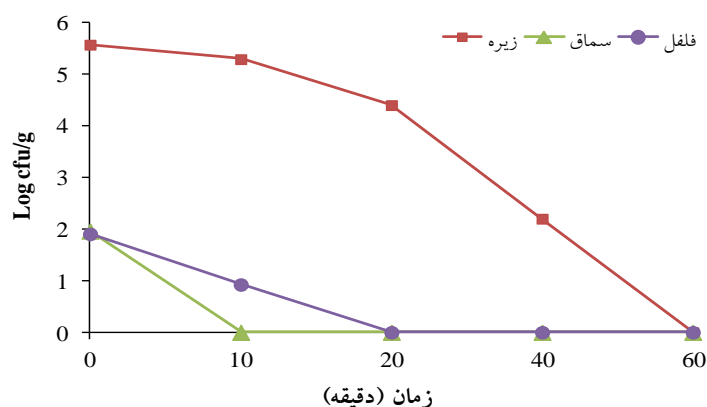
طبق نتایج نمودار (۵) زمان تیمار با ازن بر جمعیت کلی فرم‌ها تأثیر معنی‌داری ($P < 0/05$) داشته است. اما برخلاف سایر گروه‌های میکروبی مورد مطالعه در این



نمودار (۵) تأثیر زمان ازن‌دهی بر میانگین جمعیت کلی فرم‌ها در ادویه‌های مختلف؛ حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن تفاوت ($P < 0/05$) می‌باشد.

به کمتر از حد قابل ردیابی رسید. تغییرات درصد رطوبت، میزان ترکیبات فنلی و درصد بازدارندگی متعاقب اعمال ۶۰ دقیقه تیمار ازن در جدول (۱) نشان داده شده است. مقایسه میانگین درصد رطوبت در نمونه‌های تیمار (بعد از ۶۰ دقیقه ازن‌دهی) و نمونه‌های اولیه (قبل از ازن‌دهی) تفاوت معنی‌داری بین فلفل و سماق (به ترتیب با ۸/۰۶ و ۷/۹۵ درصد) نشان نداد اما این مقادیر به‌طور معنی‌داری ($P < 0/05$) بیشتر از درصد رطوبت زیره (۶/۶۴ درصد) بود.

جمعیت کل فرم‌ها در نمونه‌های اولیه فلفل، زیره و سماق متفاوت بودند و با اعمال تیمار ازن کاهش معنی‌داری ($P < 0/05$) در جمعیت آن‌ها مشاهده گردید (نمودار ۶). با این توضیح که روند کاهش کلی فرم‌ها در سماق سریع‌تر از فلفل و زیره بود و به‌رغم دارا بودن بار کلی فرمی معادل با فلفل، در ۱۰ دقیقه ازن‌دهی به حد غیرقابل ردیابی رسید. در مورد زیره که دارای بیشترین میزان آلودگی به کلی فرم‌ها بود، روند کاهش جمعیت میکروبی پس از دقیقه ۲۰ تسریع گردید و در دقیقه ۶۰



نمودار (۶) - اثر زمان تیمار با ازن بر تغییرات جمعیت کلی فرم‌ها در ادویه‌های مختلف

جدول (۱) - شاخص‌های کیفی ادویه‌های مختلف بعد از اعمال ۶۰ دقیقه تیمار ازن

ادویه	میزان کاهش		
	درصد رطوبت	ترکیبات فنلی (mg/kg)	درصد بازدارندگی
فلفل	۸/۰۶ ^c	۲۹۲/۵	۱۰
سماق	۷/۹۵ ^{bc}	۰/۸	۲
زیره	۶/۶۴ ^d	۴۵۰	۲۰

فلفل بعد از ۶۰ دقیقه اعمال گاز ازن به‌طور معنی‌داری ($P < 0/05$) کاهش یافت، اما در زمان مشابه تأثیر چندانی در ترکیبات فنلی سماق نشان نداد (جدول ۱).

ترکیبات فنولی اندازه‌گیری شده در ادویه زیره قبل و بعد از تیمار با گاز ازن به ترتیب ۸۰۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. مقدار این ترکیبات در زیره و

مخمر شمارش شده برای انواع ادویه‌ها 5×10^3 کلونی می‌باشد (ISIRI, 2008/3677) که این میزان در مورد طبق استاندارد تعیین شده بود. اما در زیره و فلفل این مقدار حدود ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر بیش از استاندارد ملی ایران بود. جمعیت کپک و مخمر با اعمال تیمار ازن به مدت ۲۰ و ۶۰ دقیقه، به ترتیب در زیره و فلفل به حد استاندارد رسید. در مطالعه‌ای غلظت‌های مختلف ازن بر روی خرما را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد ازن‌دهی منجر به کاهش کپک و مخمر شده و روش مناسبی برای کاهش بار میکروبی و افزایش ماندگاری خرما می‌باشد (Farajzadeh et al., 2013).

طبق استاندارد ملی ایران (ISIRI, 2008/3677) میزان کلی‌فرم‌ها در ادویه‌ها حداکثر 10^3 کلونی می‌باشد. این میزان در مورد فلفل و سماق قابل قبول و در حد استاندارد بود. اما این شاخص در زیره بعد از ۴۰ دقیقه تیمار ازن حاصل شد. از غلظت‌های مختلف گاز ازن در زمان‌های ۳ و ۵ ساعت برای کاهش بار میکروبی انجیر خشک استفاده شد کاهش معنی‌داری در میکروب‌های هوازی مزوفیل، کلی‌فرم‌ها، کپک‌ها و مخمرها مشاهده شد و /شریشیا کولای به‌طور کامل حذف گردید (Ozteken, 2006). به‌منظور حذف و یا کاهش آفات و آلودگی میکروبی زعفران از ازن استفاده شد. نتایج به‌دست آمده حاکی از کاهش باکتری‌های مزوفیل هوازی، کلی‌فرم‌ها، کپک و مخمرها بود (Akbari et al., 2014).

در همه ادویه‌ها زمان فرآوری ۶۰ دقیقه‌ای با گاز ازن، باعث کاهش میزان رطوبت موجود در آن‌ها شد

درصد به دام‌اندازی رادیکال DPPH در زیره بعد از ۶۰ دقیقه ازن‌دهی از ۳۵/۲۵ به ۱۱/۲۸ درصد رسید ($P < 0/05$). در فلفل نیز روند کاهشی در فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد، اما این کاهش معنی‌دار نبود. در مورد سماق کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی غیرمعنی‌دار (۲ درصد) برآورد شد.

بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه باکتری‌های مزوفیل هوازی در نمونه‌های مختلف ادویه نشان داد در پایان دوره ۶۰ دقیقه ازن‌دهی، جمعیت این گروه از باکتری‌ها در فلفل و زیره در حدود ۱/۵ واحد لگاریتمی کاهش یافت. درحالی‌که این باکتری‌ها سیر نزولی سریعی در سماق داشتند و متعاقب ۲۰ دقیقه گاز ازن حذف گردیدند. این تفاوت می‌تواند در نتیجه تنوع گروه‌های میکروبی با درجات مختلفی از مقاومت نسبت به ازن و به‌ویژه حضور باکتری‌های اسپوردار در برخی از ادویه‌ها باشد. در تحقیقی که بر روی آلودگی‌زدایی آب با استفاده از گاز ازن (به مدت ۲۰ تا ۵۰ دقیقه) انجام گرفت، کاهش معنی‌داری در جمعیت ویروس‌ها و گروه‌های مختلف میکروبی از جمله /شریشیا کولای داشت (Gray, 2014).

با توجه به این‌که فلفل و زیره دارای بیشترین آلودگی به کپک و مخمر در نمونه شاهد بودند، با اعمال زمان ۶۰ دقیقه ازن‌دهی شمارش کپک و مخمر در این دو ادویه به صفر رسید که این اثر در مورد فلفل به مراتب بیشتر بود. این تفاوت می‌تواند در نتیجه برهمکنش ترکیبات ضد میکروبی فلفل و ازن می‌باشد. براساس استاندارد ملی ایران حداکثر میزان کپک و

ویژگی‌های کیفی ادویه، استفاده از ازن موجب کاهش چشمگیر یا حذف گروه‌های متنوع میکروبی شد. در نتیجه ازن‌دهی روشی مؤثر برای ارتقای کیفیت میکروبی ادویه‌ها می‌باشد.

سپاسگزاری

این مطالعه در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد و با استفاده از امکانات آزمایشگاه‌های میکروبیولوژی دانشکده کشاورزی انجام گرفت.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی برای اعلام ندارند.

به‌طوری که در زیره و فلفل کاهش رطوبت معنی‌دار ($P < 0.05$) و در مورد سماق غیرمعنی‌دار بود. در بررسی اثر ازن در رفع آفلاتوکسین در مغز و آرد پسته، نشان دادند تیمار ازن تأثیری بر pH، رنگ، رطوبت و اسیدهای چرب دو نوع نمونه نداشت (Yesilcimen and Murat, 2006). مقدار ترکیبات فنلی در زیره و فلفل نسبت به نمونه اولیه (بدون اعمال ازن) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، اما تأثیر چندانی در ترکیبات فنلی سماق نشان نداد. درصد به دام‌اندازی رادیکال DPPH در هر سه ادویه کاهش یافت.

مطالعه حاضر نشان داد ادویه‌ها دارای بار میکروبی بالا و متشکل از گروه‌های مختلف میکروارگانیزم‌ها می‌باشند که کیفیت میکروبی را از حالت استاندارد خارج می‌کنند. به‌رغم اثرات نسبی تیمار ازن بر برخی

منابع

- Akbari, M., Hadad Khodaparast, M., Jahed, A. and Shahi, M. (2014). The impact of ozone on microbial quality and destruction of live larvae in saffron. *Journal of Food Research*. 24: 351-361
- Asimi, O.A., Sahu, N.P. and Pal, A.K. (2013). Antioxidant activity and antimicrobial property of some Indian spices. *International Journal of Scientific and Research Publications*. 3: 1-8.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in food-a review. *International Journal of Food Microbiology*. 3: 223-253
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2014). Comprehensive method for counting microorganisms. ISIRI No. 5272-1. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2007). Comprehensive method for counting mold and yeast. ISIRI No. 10899-2. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2006). Comprehensive method for counting coliform. ISIRI No. 9263. [In Persian]
- Karim, G. (2003). *Microbiological Tests of Food*. 4th Edition, University of Tehran Publication, pp. 241–255. [In Persian]
- Farajzadeh, D., Qorbanpoor, A., Rafati, H. and Isfeedvajani, M.S. (2013). Reduction of date microbial load with ozone. *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 18(4): 330-334.
- Istrati, D., Constantin, O., Vizireanu, C. and Dinca, R.M. (2014). The study of antioxidant and antimicrobial activity of extracts for meat marinade. *Romanian Biotechnological Letters*. 5: 9687-9698.

-
- Gray, N.F. (2014). Ozone disinfection, In: *Microbiology of Waterborne Diseases*. University of Dublin, Ireland, pp.100-190.
 - Haghirosadat, F., Sabor, M., Azimzadeh, M. Kalantar, M. and Sharafodin, M. (2011). Evaluation of active components and antioxidant properties of essential oil of Cumin. *Journal of Yazd University of Medical Sciences*, 19(4): 472-481.
 - Narayan, V.K. and Giridhar, K.R. (1980). The in vitro efficacy of essential oils of some umbellifera plants. *Indian Drugs*, 17 (12): 394-396.
 - Öztekin, S., Zorlugenç, B. and Kiroğlu Zorlugenç, F. (2006). Effects of ozone treatment on microflora of dried figs. *Journal of Food Engineering*. 75: 396-399.
 - Torlak, E., Sert, D. and Ulca, P. (2013). Efficacy of gaseous ozone against *Salmonella* and microbial population on dried oregano. *International Journal of Food Microbiology*, 165: 276–280.
 - Yesilcimen, Akbas, M. and Murat, O. (2006). Effect of different ozone treatments on aflatoxin degradation and physicochemical properties of pistachios. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 13: 2099-2104.
 - Zhao, J. and Cranston, P.M. (1995). Microbial decontamination of black pepper by ozone and the effect of the treatment on volatile oil constituents of the spice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1: 11-18.
 - Zargari, A. (1989). *Medicinal plants*. 5th edition. Tehran University Press. Iran. p. 561.

Effect of ozone treatment on quality features and microbial load of sumac, cumin and pepper spices

Hemmati Moghadam, A.¹, Asefi, N.^{2*}, Hanifian, S.²

1. M.Sc Graduate in Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

2. Assistant Professor Of Department of Food Sciences, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

*Corresponding Author's e.mail: n.asefi@iaut.ac.ir

(Received: 2016/12/27 Accepted: 2017/3/19)

Abstract

Herbs are often produced by traditional methods and in poor sanitary conditions and can contain high amounts of spoilage and pathogenic microbes. The aim of this study has investigated the effect of ozone on some qualitative characteristics and microbial spices sumac, cumin and pepper. For this purpose, samples were treated by ozone at a concentration of 2 g per hour for 10, 20, 40 and 60 minutes. Then microbial count and chemical characters such as moisture content, antioxidant properties, and phenolic compounds were determined. The results showed that compared with controls, treatment with ozone decreased 2 logarithmic units ($P < 0.05$) the total number of micro organisms, 4 logarithmic unit mold and yeast populations, and 1 logarithmic unit coliform. On the other hand, 60-minute treatment with ozone caused a significant reduction ($P < 0.05$) the amount of moisture in the cumin and pepper But this was not statistically significant reduction in sumac. After treatment as well as 60 minutes of ozone, the number of phenolic compounds in cumin and pepper significantly was fell compared to control ($P < 0.05$) While there was no significant reduction in sumac. In the case of the antioxidant index (percentage of Scavenging of DPPH radical) Results showed that At time zero and after 60 minutes of treatment with ozone, the highest antioxidant activity respectively was observed in crushed spices, pepper, and cumin. According to the findings, we can ignore the negative effects of ozone on some qualitative features of spices, used it effectively to reduce microbial seasonings.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: DPPH radical, Microbial load, Ozone, Phenolic compounds, Spice