مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-26]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211]

مقاله علمی_پژوهشی

مقایسه اثر فرآیندهای سونیکاسیون حرارتی و پاستوریزاسیون بر خصوصیات کیفی و میکروبی زیتون شور کنسروی

علی ملایم[۱]، درنوش جعفرپور[۲]*

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران.

۲- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱ /۰۳/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۱

کلمات کلیدی:

زیتون سبز،

سونیکاسیون حرارتی،

ترکیبات زیست فعال،

غیر فعال‌سازی میکروبی.

DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2

* مسئول مکاتبات:

Do.Jafarpour@iau.ac.ir

چکیده

روش‌های حرارتی از جمله روش‌های معمول فرآوری مواد غذایی هستند که با کاهش جمعیت میکروبی و غیر فعال کردن آنزیم‌ها سبب افزایش ماندگاری محصولات غذایی می‌شوند. علی رغم اثرات مطلوب فرآیند حرارتی سنتی، این روش سبب کاهش کیفیت تغذیه‌ای و حسی محصولات غذایی می‌گردد. افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان به محصولات غذایی با حداقل تغییرات در خصوصیات، زمینه را برای بررسی روش‌های نوین فرآوری مواد غذایی فراهم نموده است. لذا در این مطالعه، اثر فرآیند حرارتی سنتی و سونیکاسیون حرارتی بر جمعیت میکروبی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فاکتورهای کیفی زیتون شور کنسروی مورد بررسی قرار گرفت. زیتون‌ها تحت تیمار اولتراسوند (۳۰ کیلوهرتز، ۱۰۰ وات) در دماهای مختلف (۴۵، ۵۵ و ۶۵ درجه سلسیوس) و زمان‌های (۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه) قرار گرفتند و با عملیات حرارتی معمول (۸۵ درجه سلسیوس، ۱۵ دقیقه) مقایسه شدند. نتایج نشان دادند که سونیکاسیون در دمای ۴۵ و ۵۵ درجه سلسیوس به طور قابل توجهی سفتی، فاکتورهای رنگ و ویژگی‌های حسی را نسبت به زیتون‌های فرآوری‌شده حرارتی سنتی بهبود بخشید ($P<۰/۰۵$). علاوه بر این، فرآیند سونیکاسیون محتوای فنل کل (۸/۴۵-۲۵/۳۷٪) و فعالیت آنتی اکسیدانی (۸/۴۳-۳۱/۲۱ ٪) را در مقایسه با نمونه های تیمار نشده افزایش داد. فرآیند سونیکاسیون در ^{o}C ۵۵-۱۵ دقیقه، ^{o}C ۶۵-۱۰ دقیقه و ^{o}C ۶۵-۱۵ دقیقه به خوبی توانست جمعیت میکروبی را به صفر برساند، اما سونیکاسیون در ^{o}C ۶۵، به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) فاکتورهای کیفیت را کاهش داد. بنابراین، سونیکاسیون می تواند ایمنی و کیفیت زیتون های کنسروی را بهبود بخشیده و به عنوان جایگزین مناسبی برای فرآوری حرارتی سنتی استفاده شود.

۱- مقدمه

زیتون نوعی میوه از خانواده Oleaceae با نام علمی *Olea europaea* است. این میوه از یک درخت همیشه سبز نیمه گرمسیری مشتق شده که به طور گسترده در حوضه مدیترانه، آفریقای جنوبی، آسیای جنوب شرقی، شمال و جنوب چین، اسکاتلند و استرالیا پراکنده شده است [۱]. زیتون منبعی غنی از مواد مغذی و ترکیبات زیست فعال با فواید سلامتی‌بخش است. میوه زیتون حاوی ترکیبات فنولی از جمله اسیدهای فنولیک، فنول های ساده (C6-C2)، توکوفرول ها، سکوئیریدوئیدها و فلاونوئیدها است. مطالعات نشان داده اند که این ترکیبات دارای خواص ضد سرطان، ضد جهش زا، ضد گلیسمی و آنتی اکسیدانی هستند [۲ و ۳ و ٤].

کنسرو کردن یک فرآیند رایج برای نگهداری میوه زیتون در صنایع غذایی است. در حین کنسرو کردن، غذاها در ظروف دربسته، بسته‌بندی شده و توسط حرارت پاستوریزه می شوند. در واقع، این فرآیند حرارتی برای کشتن میکروارگانیسم‌ها و غیرفعال کردن آنزیم‌ها استفاده می‌شود که وجود آن‌ها باعث فساد غذا و نامناسب شدن غذا برای مصرف می‌گردد [۵ و ٦]. با این حال، فرآیند حرارتی سنتی اغلب با کاهش کیفیت زیتون همراه است که از جمله می توان به کاهش ارزش غذایی، کاهش ترکیبات فعال زیستی، نرم شدن بافت و از بین رفتن رنگ سبز زیتون اشاره کرد [۷]. بنابراین، با توجه به اثرات منفی احتمالی فرآیند پاستوریزاسیون حرارتی و تمایل مصرف‌کنندگان به غذاهای مغذی و سالم، روش‌های نگهداری غیرحرارتی مورد توجه قرار گرفته‌اند [۸].

فراصوت[۱] (US) یک فناوری غیر حرارتی بالقوه است که می تواند جایگزین خوبی برای فرآیند پاستوریزاسیون سنتی باشد. کاربرد اولتراسوند در صنایع غذایی به دلیل صرفه جویی در انرژی، زمان فرآیند کوتاه و راندمان بالا در حال گسترش است [۹]. اولتراسوند، امواج صوتی انتقال یافته با فرکانس‌هایی فراتر از محدوده شنوایی انسان (بیش از ۲۰ کیلوهرتز) است. تجهیزات اولتراسوند معمولاً دارای فرکانس‌هایی از ۲۰ کیلو هرتز تا ۱۰۰ مگا هرتز می‌باشند. تأثیرات بیولوژیکی اولتراسوند عمدتاً به تأثیرات فیزیکی (شوک های مکانیکی ناشی از کاویتاسیون) یا تأثیرات شیمیایی (تشکیل رادیکال های آزاد در اثر واکنش های شیمیایی) نسبت داده می شود [۱۰]. مطالعات متعددی در مورد تأثیر اولتراسوند در دمای کنترل شده (۲۵ درجه سلسیوس) بر روی غذاها و محصولات غذایی مختلف انجام شده است و گزارش شده است که این فناوری جدید در برابر پاتوژن های غذایی و میکروارگانیسم های فسادزا موثر است [۱۱- ۱۳]. با این حال، برخی از محققان پیشنهاد کرده اند که اولتراسوند به تنهایی در دماهای کنترل شده نمی تواند میکروارگانیسم ها را به سطح قابل قبولی کاهش دهد (کمتر از ۵ لگاریتم) و در غیرفعال کردن میکروارگانیسم ها و آنزیم ها کارآمد نیست [١٤ و١٥ و ١٦]. بنابراین، به منظور افزایش کارایی اولتراسوند، ترکیب آن با دمای متوسط پیشنهاد شده است که به آن سونیکاسیون حرارتی[۲] (TS) گفته می شود [۱۷].

نشان داده شده است که سونیکاسیون حرارتی می تواند نرخ غیرفعال سازی آنزیم ها و میکروارگانیسم ها را در مقایسه با اولتراسوند به تنهایی افزایش دهد [۱۸]. مطالعات متعددی اثربخشی سونیکاسیون حرارتی را در کاهش جمعیت پاتوژن ها در محصولات غذایی گزارش کرده اند. Jasmi و همکاران (۲۰۱۹)، نشان دادند که به منظور فرآیند نیشکر قرمز سونیکاسیون حرارتی در دمای ٦۰ درجه سلسیوس در کاهش میکروبی موثرتر از عملیات حرارتی در دمای ۹۰ درجه سلسیوس است [۱۹]. Kiang و همکاران (۲۰۱۳)، گزارش کردند که تیمار آب انبه با اولتراسوند در دمای ٦۰ درجه سلسیوس توانست جمعیت *سالمونلا انتریتیدیس* و *اشریشیا کلی* O157:H7 را به ترتیب ۹ و ۵ سیکل لگاریتمی کاهش دهد [۲۰].

تاکنون، اولتراسوند برای استخراج روغن از زیتون استفاده شده است، اما تأثیر اولتراسوند همراه با حرارت بر روی میوه زیتون به عنوان جایگزینی برای پاستوریزاسیون حرارتی سنتی مورد بررسی قرار نگرفته است. از این رو، هدف از این مطالعه مقایسه تاثیر سونیکاسیون حرارتی و فرآیند پاستوریزاسیون معمول بر پارامترهای کیفی، آنتی اکسیدانی و خواص میکروبیولوژیکی زیتون سبز است.

1. Ultrasound (US)

2. Thermosonication (TS)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211]

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه نمونه های زیتون

در این تحقیق از زیتون سبز رقم ایرانی (فیشومی) برداشت شده از مزرعه ای در شهرستان فسا، استان فارس (۵۳ درجه و ۳۹ دقیقه و ۵۱/۵ ثانیه طول شرقی، ۲۸ درجه و ۵۹ دقیقه و ۴۶/۵ ثانیه عرض شمالی) استفاده شد. زیتون‌ها تحت فرآیند تلخی زدایی قرار گرفتند و پس از فرآیند تخمیر، نمونه‌ها از مخازن تخمیر خارج شدند. ۳۰±۳۵۰ گرم از نمونه‌های زیتون سبز، وزن شده و در ظروف شیشه ای پر شدند. سپس محلول‌های اسید سیتریک ۰/۳٪ و آب نمک ۴٪ (NaCl, W/V) به نمونه‌ها اضافه و سپس دربندی صورت گرفت. در نهایت، شیشه‌ها تحت تیمارهای مختلفی قرار گرفتند.

۲-۲- تیمار نمونه‌های زیتون

عملیات حرارتی معمولی در دمای ۸۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد. برای تیمار سونیکاسیون حرارتی، نمونه‌های زیتون به مدت ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه در حمام آب ۴۵، ۵۵ و ۶۵ درجه سلسیوس در معرض امواج اولتراسوند (UP100H، Hielscher، ۳۰ کیلوهرتز، ۱۰۰ W، آلمان) قرار گرفتند. بعد از فرآیند، زیتون ها سرد شده و سپس آزمایشات مورد نظر بر روی آن ها انجام گرفت. لازم به ذکر است که آزمایشات بعد از ۲۴ ساعت نگهداری زیتون ها در یخچال صورت پذیرفت. زیتون بدون تیمار نیز به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد.

۲-۳- آنالیز میکروبی

ارزیابی میکروبی نمونه های زیتون پس از انجام فرآیندهای مورد نظر و سرد شدن انجام شد. بعد از هسته گیری زیتون ها در شرایط استریل، کل محتویات هر شیشه (زیتون و آب نمک) کاملاً همگن شد. ۱۰ گرم از نمونه هموژن شده به صورت آسپتیک به ۹۰ میلی لیتر آب پپتونه استریل اضافه شد و با یک مخلوط کن (Circulator, Seward, UK ۴۰۰) به مدت ۲ دقیقه همگن شد. بعد از رقت سازی های متوالی، ۰/۱ میلی‌لیتر از رقت تهیه‌شده برای شمارش میکروبی به محیط کشت مناسب منتقل شد. برای شمارش مزوفیل کل، از محیط کشت پلیت کانت آگار[۳] (مرک، آلمان) استفاده شد و انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت انجام شد. باکتری‌های ترموفیل پس از انکوباسیون در دمای ۵۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت با استفاده از محیط کشت تریپتیک سوی آگار[4] (مرک میلی‌پور) شمارش شدند. شمارش کپک ها و مخمرها نیز با استفاده از محیط کشت یست گلوکز کلرامفنیکل آگار[5] (مرک میلی‌پور) و انکوباسیون در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۵ روز انجام شد [۲۱].

۲-۴- اندازه‌گیری فنول کل

محتوای فنلی کل نمونه های زیتون بر اساس روش Folin-Ciocalteu با تغییرات جزئی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت [۲۲]. زیتون‌های بدون هسته با استفاده از هموژنایزر Ultra-Turrax (IKA-T10، Staufen، آلمان) خرد و همگن شدند تا خمیر زیتون بدست آید. ۱۰ گرم خمیر زیتون با ۲۵ میلی‌لیتر متانول مخلوط شد تا ترکیبات فنلی استخراج شود. ۵۰ میکرولیتر عصاره با آب (۸۰۰ میکرولیتر) و معرف ۰/۲۵ نیوتن فولین-سیوکالتئو (۲۵ میکرولیتر) مخلوط و به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق (۲۵ درجه سلسیوس) انکوبه شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم به محلول اضافه شد و به مدت ۲ ساعت انکوبه گردید. در نهایت، جذب در ۷۵۰ نانومتر خوانده و محتوای فنلی کل بر اساس میزان معادل میلی‌گرم گالیک اسید در هر ۱۰۰ گرم زیتون تازه گزارش شد.

۲-۵- فعالیت مهار رادیکال DPPH

خواص آنتی اکسیدانی نمونه‌های زیتون با استفاده از روش استاندارد DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) اندازه گیری شد. ۵ گرم خمیر زیتون، با ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه جوشانده شد. پس از فیلتر کردن با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴، ۰/۳ میلی لیتر از محلول صاف شده با ۲/۷ میلی لیتر محلول متانولی حاوی رادیکال‌های DPPH مخلوط شده و به شدت هم زده شد. در نهایت محلول‌ها به مدت ۶۰ دقیقه در یک مکان تاریک نگهداری شدند و میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر تعیین شد [۲۳].

۲-۶- سنجش رنگ

رنگ سطح زیتون با دستگاه کرومامتر مینولتا (مینولتا، اوزاکا،

3. Plate Count Agar

4. Tryptic Soy Agar

5. Yeast Glucose Chloramphenicol Agar (YGC)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211]

ژاپن) اندازه گیری شد. از هر تیمار حدود ۱۰ عدد زیتون به طور تصادفی انتخاب و از سیستم رنگ سنجی L*, a*, b* (CIE) برای آنالیز رنگ استفاده شد. L* نشان دهنده روشنایی (۰ = سیاه، ۱۰۰ = سفید)، a* نشان دهنده سبز - قرمز، و b* نشان دهنده آبی - زرد است.

۲-۷- سنجش سفتی

ده عدد زیتون از هر تیمار مختلف مورد بررسی قرار گرفت و سفتی نمونه ها مطابق روش Argyri و همکاران (۲۰۱٤) بررسی شد [۷]. بدین منظور از یک بافت سنج مدل CT3 بروکفیلد (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., USA)که مجهز به یک لودسل ۵۰ کیلوگرمی بود استفاده شد. سفتی نمونه ها بر اساس روش آزمون فشاری و با پروب استوانه ای با قطر ۵ سانتی متر و سرعت ۰/۲ میلی متر بر ثانیه اندازه گیری شد. سرعت رفت و برگشت پروب ۳۰ میلی‌متر در دقیقه بود و فشار برشی به صورت نیوتن (N) اندازه‌گیری شد.

۲-۸- ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی زیتون‌های تیمار شده توسط ۳۰ نفر ارزیاب نیمه آموزش دیده انجام شد. ارزیابان ویژگی های رنگ، طعم، بافت و مقبولیت کلی نمونه‌های زیتون را با استفاده از هدونیک ۹ نقطه ای (۱: غیرقابل قبول، ۹: بسیار قابل قبول) بررسی کردند. حد مقبولیت با نمره کمتر از ٦ در نظر گرفته شد [۲٤].

۲-۹- تحلیل آماری

تمام آزمون ها در سه تکرار انجام شد. نتایج ابتدا در معرض تجزیه واریانس یکطرفه قرار گرفته و سپس برای مقایسه میانگین‌ها و بررسی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۹۵٪ استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد. منحنی‌های مربوطه در محیط EXCEL توسط نرم افزار OFFICE 2016 رسم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثر تیمار حرارتی و سونیکاسیون بر زنده‌مانی میکروارگانیسم‌ها

۳-۱-۱- شمارش باکتری‌های مزوفیل

نتایج حاصل از اثر تیمارهای مختلف حرارتی و سونیکاسیون در زمان و دماهای مختلف در جدول ۱ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، تعداد باکتری‌های مزوفیل به طور معنی داری در نمونه شاهد، بیش از سایر تیمارها بود ($P<0.05$). در تیمار حرارتی، باکتری‌های مزوفیل شناسایی نشدند و بدین معنی است که تیمار حرارتی توانسته است تمام باکتری های مزوفیل را از بین ببرد. در تیمار سونیکاسیون در دمای ٤۵ درجه سلسیوس با افزایش زمان از ۵ به ۱۵ دقیقه، تعداد باکتری‌های مزوفیل به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<0.05$). در دمای ۵۵ درجه سلسیوس نیز تعداد باکتری‌های مزوفیل کاهش یافت، بطوریکه در زمان ۱۵ دقیقه، تعداد باکتری‌های مزوفیل شناسایی نشد. در دمای ٦۵ درجه سلسیوس نیز در زمان ۱۰ و ۱۵ دقیقه، تعداد باکتری‌های مزوفیل شناسایی نشدند. Jasmi و همکاران (۲۰۲۰)، با بررسی اثر فرایند حرارتی و سونیکاسیون بر نیشکرگزارش نمودند، تیمارهای حرارتی شمارش کلی کمتری نسبت به نمونه شاهد داشته و تیمارهای سونیکاسیون میزان رشد میکروبی را تا صفر کاهش داده است [۱۹]. بر اساس مطالعه Bhat و همکاران (۲۰۱۱)، کاهش معنی‌دار شمارش کلی در نمونه‌های لیمو ترش تیمار شده با سونیکاسیون در ٦۰ دقیقه مشاهده شد [۲۵]. تیمار سونیکاسیون حرارتی قادر به افزایش غیر فعال سازی میکروارگانیسم ها می شود. اثر بخش بودن انهدام میکروبی به دامنه امواج صوتی، زمان فرآوری، دمای تیمار، حجم محصول و ترکیبات میوه بستگی دارد [۲٦]. از بین رفتن میکروارگانیسم ها در اثر تیمار فراصوت ناشی از نازک شدن غشای سلولی، ایجاد حرارت‌های موضعی و افزایش فشار و تولید رادیکال‌های آزاد شده، است. مکانیسم اصلی مسئول در غیر فعال سازی میکروارگانیسم ها، فشارهای فیزیکی ناشی از پدیده کاویتاسیون صوتی فراصوت است. سطوح آب گریز دیواره سلولی میکروارگانیسم‌ها به انهدام حباب‌های کاویتاسیونی تشکیل شده در طی کاربرد اولتراسونیکاسیون کمک کرده و منجر به ایجاد آسیب شدید دیواره سلولی می‌شود [۲۷].

۳-۱-۲- شمارش کلی باکتری‌های ترموفیل

نتایج حاصل از باکتری‌های ترموفیل در جدول ۱ آورده شده است، همانطور که از جدول مشاهده می‌شود، بیشترین تعداد باکتری‌های ترموفیل در نمونه بدون تیمار مشاهده شد. در تیمار

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-26]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211]

حرارتی در دمای ۸۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه باکتری‌های ترموفیل شناسایی نشدند، که نشان می‌دهد حرارت یک روش موثر برای کنترل رشد میکروبی است. در تیمار سونیکاسیون در دمای ۴۵ درجه سلسیوس با افزایش زمان از ۵ به ۱۵ دقیقه تعداد باکتری‌های ترموفیل به طور معنی‌داری کاهش یافت(P<۰/۰۵). همچنین در تیمار سونیکاسیون در دمای ۵۵ درجه‌سانتی گراد با افزایش مدت زمان، تعداد باکتری‌های ترموفیل کاهش یافت و در زمان ۱۵ دقیقه باکتری ترموفیل شناسایی نشد. میزان باکتری‌های ترموفیل در تیمار سونیکاسیون با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد در ۵ دقیقه ۱/۳۹ log CFU/g بود و در زمان‌های ۱۵ و ۱۵ دقیقه شناسایی نشد. Hayer (۲۰۱۰)، گزارش نمود، تیمار سونیکاسیون سبب پراکنده شدن میکروارگانیسم‌ها، تخریب سلول و اصلاح فعالیت سلولی می‌شود که منجر به مهار رشد میکربی می‌شود [۲۸]. بر اساس مطالعه Basumatary و همکاران (۲۰۲۰)، فرایند ترموسونیکاسیون سبب کاهش بار میکروبی نمونه‌های دارابی شد. بر اساس نتایج این محققین، کاهش آلودگی میکروبی همزمان با افزایش دما و زمان بود [۲۹]. اثر مهارکنندگی ترموسونیکاسیون بر جمعیت میکروبی ممکن است به دلیل کاویتاسیون آب و تولید رادیکال‌های آزاد باشد. رادیکال‌های آزاد از قبیل H، O_2، OH، HOO به دلیل سونولیز مولکول‌های آب در آبمیوه رخ می‌دهد. این رادیکال‌های آزاد مسئول آسیب اکسیداتیو، تخریب دیواره سلولی و مهار رشد میکروب توسط غیر فعال سازی فعالیت آنزیمی میتوکندری است [۲۹ و ۳۰].

۳-۱-۳- شمارش کپک و مخمر

نتایج حاصل از اثر تیمارهای حرارتی و سونیکاسیون بر تعداد کپک و مخمر نمونه‌های زیتون در جدول ۱ آورده شده است. همانطور که از جدول مشخص است، نمونه بدون تیمار به طور معنی‌داری بیشترین میزان کپک و مخمر را نشان داد (P<۰/۰۵). در تیمار حرارتی، کپک و مخمر مشاهده نشد. در تیمار سونیکاسیون در دمای ۴۵ درجه سلسیوس با افزایش زمان از ۵ به ۱۰ دقیقه تعداد کپک و مخمر کاهش یافت و در زمان ۱۵ دقیقه شناسایی نشد. در تیمار سونیکاسیون در دمای ۵۵ درجه سلسیوس در زمان ۵ دقیقه تعداد کپک و مخمر ۱/۵۶ log CFU/g بود و در زمان‌های ۱۰ و ۱۵ دقیقه شناسایی نشد. در تیمار سونیکاسیون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس در هیچ زمانی کپک و مخمر مشاهده نشد. بر اساس گزارش امجدی و همکاران (۱۳۹۷)، فراوری آب پرتقال با امواج فراصوت سبب کاهش معنی‌دار کپک و مخمر شد [۳۱]. بر اساس گزارش Bhat و همکاران (۲۰۱۱)، کاهش کپک و مخمر در همه نمونه‌های لیمو ترش تیمار شده با سونیکاسیون (زمان ۳۰ و ۶۰ دقیقه) مشاهده شد [۲۵].

Table 1 Effect of heat treatment and sonication at different treatment times and temperatures on the survival of microorganisms in olives.

Treatment	T (˚C)	t (min)	Total mesophilic bacteria (log CFU/g)	Total thermophilic bacteria (log CFU/g)	Total Molds/Yeasts (log CFU/g)
Untreated	-	-	5.28±0.05[a]	2.55±0.10[a]	3.87±0.05[a]
Heat	85	15	ND*	ND	ND
Sonication	45	5	4.25±0.12[b]	2.50±0.07[a]	3.19±0.06[b]
	45	10	3.95±0.09[c]	2.41±0.05[b]	1.69±0.11[c]
	45	15	2.98±0.06[d]	2.36±0.09[c]	ND
	55	5	3.03±0.04[d]	2.31±0.10[c]	1.56±0.08[d]
	55	10	2.72±0.10[e]	2.02±0.07[d]	ND
	55	15	ND	ND	ND
	65	5	1.98±0.08[f]	1.39±0.09[e]	ND
	65	10	ND	ND	ND
	65	15	ND	ND	ND

Values are means ± standard deviations. Values followed by different letters within the same column are significantly different (P<0.05)
*ND: not detected

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211]

۳-۲- اثر تیمار حرارتی و سونیکاسیون بر فاکتورهای رنگی زیتون

نتایج حاصل از اثر تیمارهای مختلف بر فاکتورهای رنگی زیتون در جدول ۲ آورده شده است. همانطور از جدول مشخص است، کمترین فاکتور L^* در تیمار حرارتی مشاهده شد. در تیمار سونیکاسیون در دمای ۴۵ درجه سلسیوس تفاوت معنی‌داری در زمان‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در تیمار سونیکاسیون در دمای ۵۵ درجه سلسیوس در زمان‌های ۵ و ۱۰ دقیقه تفاوت معنی داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵) و در زمان ۱۵ دقیقه فاکتور L^* به طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵). در دمای ۶۵ درجه سلسیوس، با افزایش زمان، فاکتور L^* (روشنایی) کاهش و بین زمان‌های ۱۰ و ۱۵ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در مورد فاکتور a^* کمترین میزان در تیمار حرارتی مشاهده شد و بین تیمار شاهد و تیمار سونیکاسیون در دمای ۴۵ درجه سلسیوس در سه زمان ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه و تیمار ۵۵ درجه سلسیوس در زمان‌های ۵ و ۱۰ دقیقه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در تیمار سونیکاسیون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس با افزایش زمان، میزان سبزی (فاکتور a^*) کاهش یافت و بین زمان ۵ و ۱۰ دقیقه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). میزان آبی (فاکتور b^*) در تیمار شاهد به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود (P<۰/۰۵). در تیمار سونیکاسیون نیز در دماهای مختلف با افزایش زمان، میزان زردی (فاکتور b^*) افزایش یافت و در بین تیمارهای سونیکاسیون، دمای ۶۵ درجه سلسیوس به طور معنی‌داری فاکتور b^* بیشتری نسبت به دمای ۴۵ و ۵۵ نشان داد، اما تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه در این دما مشاهده نشد (P>۰/۰۵). کاهش میزان سبزی و روشنایی در تیمار حرارتی و در تیمار سونیکاسیون با افزایش دما را می‌توان به حساس بودن کلروفیل به حرارت و محیط اسیدی و تشکیل فئوفیتین در این محیط که رنگ آن قهوه-ای متمایل به زیتونی می‌باشد، مرتبط دانست [۳۲]. بر اساس مطالعه جهانبخشیان و همدمی (۱۳۹۷)، با افزایش زمان و دمای حرارت دهی رنگ سبز و روشنایی نمونه‌های زیتون کاهش و رنگ زرد افزایش یافت که منطبق بر نتایج حاصل از این مطالعه است [۳۳]. Jasmi و همکاران (۲۰۲۰)، گزارش نمودند که تیمار حرارتی و سونیکاسیون سبب کاهش فاکتور L و افزایش فاکتور a نمونه‌های نیشکر شد. این محققین، ظاهر تیره تر نیشکر را به دلیل تسریع اثر واکنش میلارد یا اثر کاویتاسیون دانستند درحالیکه، تغییرات رنگی تحت دمای بالا به تخریب کلروفیل مربوط می‌شود [۱۹].

Table 2 Effect of heat treatment and sonication at different treatment times and temperatures on color attributes of olives.

Treatment	T (˚C)	t (min)	L*	a*	b*
Untreated	-	-	55.01±0.21^{a}	-7.25±0.08^{a}	27.63±0.15^{c}
Heat	85	15	40.71±0.38^{d}	-1.48±0.05^{e}	35.45±0.16^{a}
Sonication	45	5	54.74±0.06^{a}	-7.27±0.14^{a}	27.61±0.21^{c}
	45	10	53.98±0.09^{a}	-7.24±0.15^{a}	27.63±0.08^{c}
	45	15	54.23±0.32^{a}	-7.22±0.03^{a}	27.64±0.04^{c}
	55	5	54.21±0.20^{a}	-7.21±0.09^{a}	27.62±0.13^{c}
	55	10	54.32±0.34^{a}	-7.25±0.09^{a}	27.58±0.06^{c}
	55	15	50.48±0.28^{b}	-6.94±0.07^{b}	27.62±0.12^{c}
	65	5	49.56±0.45^{b}	-5.29±0.04^{c}	29.07±0.07^{b}
	65	10	47.19±0.16^{c}	-5.20±0.08^{c}	29.11±0.05^{b}
	65	15	44.55±0.30^{c}	-4.65±0.06^{d}	29.19±0.09^{b}

Values are means ± standard deviations. Values followed by different letters within the same column are significantly different (p<0.05)

۳-۳- اثر تیمار حرارتی و سونیکاسیون بر سفتی زیتون

نتایج حاصل از سفتی نمونه‌های زیتون در شکل ۱ آورده شده است. همانطور از نمودار مشخص است، تیمار حرارتی کمترین میزان سفتی را نشان داد. بین تیمار بدون حرارت و تیمار سونیکاسیون در دمای ۴۵ درجه سلسیوس در زمان‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه و دمای ۵۵ درجه سلسیوس در زمان ۵ و ۱۰ دقیقه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در تیمار سونیکاسیون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس با افزایش زمان میزان سفتی به طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵). بر اساس مطالعه جهانبخشیان و همدمی (۱۳۸۷)، با افزایش زمان و دما حرارت دهی میزان سفتی نمونه‌های زیتون کاهش یافت، که همسو با نتایج مطالعه حاضر است [۳۳]. دمای بالا باعث اختلال در غشای سلولی، از بین رفتن انسجام و چسبندگی بین سلول ها و در نتیجه نرم شدن بافت می شود [۳۴].

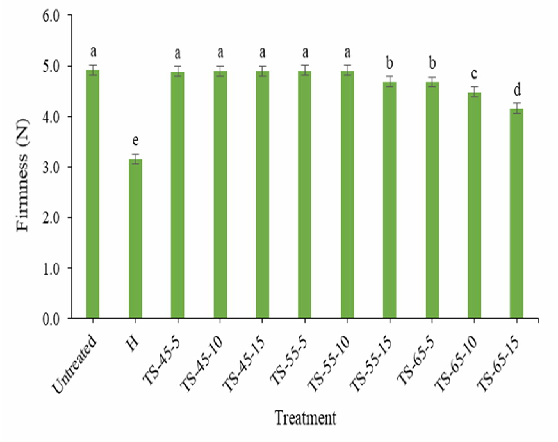

Fig 1 Effect of heat treatment and sonication at different treatment times and temperatures on firmness of olives. Error bars indicate the standard deviation of firmness of olive samples. The same lowercase letters are not significantly different between various treatments at $p > 0.05$.
H: Heat treatment, TS-45-5: Thermosonication at 45 ˚C for 5 min; TS-45-10: Thermosonication at 45 ˚C for 10 min; TS-45-15: Thermosonication at 45 ˚C for 15 min; TS-55-5: Thermosonication at 55 ˚C for 5 min; TS-55-10: Thermosonication at 55 ˚C for 10 min; TS-55-15: Thermosonication at 55 ˚C for 15 min; TS-65-5: Thermosonication at 65 ˚C for 5 min; TS-65-10: Thermosonication at 65 ˚C for 10 min; TS-65-15: Thermosonication at 65 ˚C for 15 min.

با توجه به نتایج می توان گفت که کاربرد اولتراسوند در دماهای ملایم اثر مخرب حرارت بر بافت زیتون را کاهش می دهد. از سوی دیگر، کاهش استحکام به دلیل افزایش زمان در تیمار اولتراسوند را می توان به تأثیر مخرب قرار گرفتن طولانی مدت در برابر امواج اولتراسوند نسبت داد که بر پایداری دیواره سلولی تأثیر می گذارد و منجر به آسیب سلولی می شود [۳۵]. نتایج مربوط به تغییرات سفتی با یافته های Gani و همکاران (۲۰۱۶)، مطابقت داشت که گزارش کردند سفتی نمونه های توت فرنگی با افزایش زمان فراصوت از ۱۰ دقیقه به ۲۰ دقیقه کاهش می یابد [۳۶].

۳-۴- اثر تیمار حرارتی و سونیکاسیون بر میزان فنل کل زیتون

نتایج حاصل از فنل کل در شکل ۲ آورده شده است. همانطور که از شکل مشخص است، کمترین میزان فنل کل در تیمار حرارتی مشاهده شد، که نشان دهنده از بین رفتن ترکیبات فنلی در طی حرارت است. در تیمار سونیکاسیون در دماهای ۴۵ و ۵۵ درجه سلسیوس در زمان ۱۵ دقیقه فنل بیشتری مشاهده شد اما در دمای ۶۵ سلسیوس نتیجه برعکس بود و با افزایش مدت زمان از ۵ به ۱۵ دقیقه میزان فنل کل به طور معنی داری کاهش یافت (P<۰/۰۵). در دمای کم با افزایش مدت زمان سونیکاسیون افزایش بیشتری در محتوی فنلی مشاهده شد، لذا این نتایج نشان می‌دهد دمای بالا می‌تواند اثر مثبت اولتراسوند بر محتوی فنلی را معکوس نماید که همسو با نتایج Saeeduddin و همکاران (۲۰۱۶)، بر آب گلابی و هوشیار و همکاران (۱۳۹۷)، بر آب انار بود [۳۷ و ۳۸]. بر اساس مطالعه Nguyen و Le (۲۰۱۲)، محتوای فنلی آب آناناس تحت تاثیر تیمار اولتراسوند به میزان ۴۵ درصد افزایش یافت [۳۹]. اولتراسوند با اعمال یک اثر مکانیکی، سبب افزایش محتوی فنلی می‌شود. بر اساس گزارش هوشیار و همکاران (۱۳۹۷)، فرایند پاستوریزاسیون سبب کاهش شدید در محتوی فنلی آب انار شد [۳۸]. همچنین این محققین گزارش نمودند، در هیچ کدام از دماهای ۲۵ و ۶۰ درجه سلسیوس، اولتراسوند با شدت ۲۴/۴ میکرومتر تاثیری بر محتوای فنلی آب انار نداشت، ولی در شدت‌های بالاتر اولتراسوند (۶۱ میکرومتر)، افزایش بیشتری در محتوی فنلی مشاهده شد [۳۸].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211]

همچنین Aadil و همکاران (۲۰۱۵)، گزارش نمودند، با افـزایش مدت زمان اولتراسوند، میزان فنل کل در آب گریپ فروت بیشتر شد [۴۰]. افزایش در محتوای فنل کل در طی فرایند سونیکاسیون را می‌توان به شکستن فرم‌های متصل ترکیبات فنل به دلیل فـشار کاویتاسیون تولید شده در طـی فراینـد و تخریـب دیـواره سـلول مرتبط دانست. علاوه بر این، اولتراسوند رادیکال‌های هیدروکسی تولید می‌نماید که می‌توانـد بـه حلقـه آرومانیـک ترکیبـات فنلـی متصل شود [۴۱]. بر اساس مطالعه هوشیار و همکـاران (۱۳۹۷)، تیمار فراصوت سبب آزاد شدن ترکیبات فنولی پیوندی شده و در نتیجه بر محتوی فنولی افزوده می‌شود [۳۸].

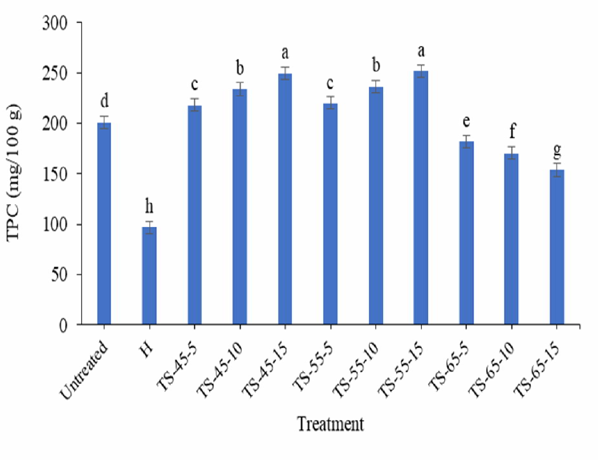

Fig 2 Effect of heat treatment and sonication at different treatment times and temperatures on total phenol content of olives. Error bars indicate the standard deviation of TPC of olive samples. The same lowercase letters are not significantly different between various treatments at $p > 0.05$.
H: Heat treatment, TS-45-5: Thermosonication at 45 ˚C for 5 min; TS-45-10: Thermosonication at 45 ˚C for 10 min; TS-45-15: Thermosonication at 45 ˚C for 15 min; TS-55-5: Thermosonication at 55 ˚C for 5 min; TS-55-10: Thermosonication at 55 ˚C for 10 min; TS-55-15: Thermosonication at 55 ˚C for 15 min; TS-65-5: Thermosonication at 65 ˚C for 5 min; TS-65-10: Thermosonication at 65 ˚C for 10 min; TS-65-15: Thermosonication at 65 ˚C for 15 min.

۳-۵-اثر تیمار حرارتی و سونیکاسیون بر میـزان DPPH

نتایج حاصل از فعالیت مهارکننـدگی رادیکـال آزاد نمونـه‌هـای زیتون در شکل ۳ آورده شده اسـت. در میـوه‌هـا ترکیبـات فنلـی مسئول فعالیـت آنتـی اکسـیدانی هـستند [۳۸]. در ایـن مطالعـه، محتوی آنتی اکسیدانی تحت تاثیر تیمار حرارتـی و سونیکاسـیون قرار گرفت. همانطور که از نمودار مشخص است، کمترین میـزان فعالیت مهارکنندگی در تیمار حرارتی مشاهده شد. این امـر مـی-تواند به دلیل از بین رفتن ترکیبات فنولی که دارای خاصیت آنتی-اکسیدانی هستند طی فرایند حرارتی باشد. در تیمار سونیکاسـیون در دماهای ۴۵ و ۵۵ درجه سلسیوس در زمان ۱۵ دقیقـه فعالیـت مهارکنندگی بیشتری نسبت به زمان‌هـای ۵ و ۱۰ دقیقـه مـشاهده شد اما در دمای ۶۵ درجه سلسیوس بـا افـزایش مـدت زمـان از ۵ به ۱۵ دقیقه میزان فعالیـت مهارکننـدگی بـه طـور معنـی‌داری کاهش یافت ($P<$۰/۰۵). بر اساس مطالعـه هوشـیار و همکـاران (۱۳۹۷)، اولتراسوند با شدت‌های بالاتر تـاثیر مثبتـی بـر محتـوی آنتی اکسیدانی در آب انار داشت [۳۸].

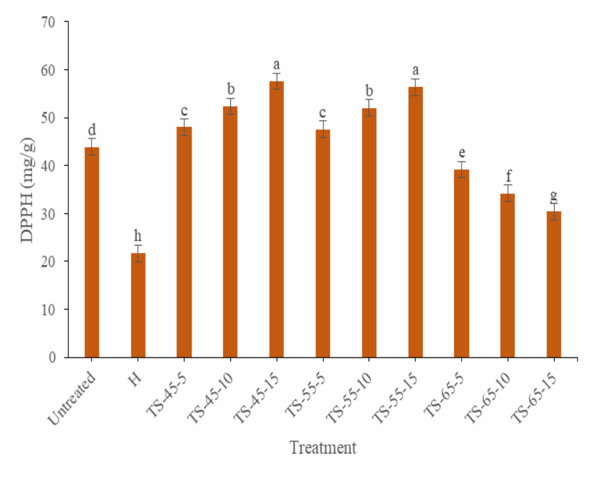

Fig 3 Effect of heat treatment and sonication at different treatment times and temperatures on DPPH scavenging activity of olives. Error bars indicate the standard deviation of DPPH activity of olive samples. The same lowercase letters are not significantly different between various treatments at $p > 0.05$.
H: Heat treatment, TS-45-5: Thermosonication at 45 ˚C for 5 min; TS-45-10: Thermosonication at 45 ˚C for 10 min; TS-45-15: Thermosonication at 45 ˚C for 15 min; TS-55-5: Thermosonication at 55 ˚C for 5 min; TS-55-10: Thermosonication at 55 ˚C for 10 min; TS-55-15: Thermosonication at 55 ˚C for 15 min; TS-65-5: Thermosonication at 65 ˚C for 5 min; TS-65-10: Thermosonication at 65 ˚C for 10 min; TS-65-15: Thermosonication at 65 ˚C for 15 min.

در بررسی مشابهی Aadil و همکاران (۲۰۱۵)، گزارش نمودند، تیمار اولتراسوند سبب افزایش خاصیت آنتی اکسیدانی آب گریپ فروت شد، که همسو با نتایج مطالعه حاضر است [۴۰]. بر اساس

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211]

مطالعات مختلف، سونیکاسیون می‌تواند سبب حفظ یا بهبود آنتی اکسیدان‌ها در سیستم غذایی شود [۱۹]. Sulaiman و همکاران (۲۰۱۷)، گزارش نمودند، فراصوت اثر تحریکی بر محتوی ضد اکسایشی دارد و فرآیندهای تولید ترکیبات ضد اکسایشی را در آب میوه تحریک می‌کند، اما افزایش مدت زمان فراصوت و دما به دلیل کاهش خواص ضد اکسایشی سبب کاهش معنی‌دار این ویژگی می شود [۴۲]. Esteve و Frigola (۲۰۰۸)، کاهش ۱۷ درصدی محتوای ضد اکسایشی را تحت تاثیر تیمار پاستوریزاسیون در آب پرتقال گزارش کردند [۴۳]. بر اساس مطالعه Bhat و همکاران (۲۰۱۱)، فرآیند سونیکاسیون سبب افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه‌های لیمو ترش شد [۲۵].

۳-۶-اثر تیمار حرارتی و سونیکاسیون بر ارزیابی حسی نمونه های زیتون

نتایج حاصل از اثر تیمار حرارتی و سونیکاسیون بر خصوصیات حسی زیتون در شکل ٤ آورده شده است. همانطور که از شکل مشخص است، تیمار حرارتی کمترین امتیاز رنگ را نشان داد. تیمارهای سونیکاسیون در زمان و دماهای مختلف تفاوت معنی‌داری با نمونه بدون تیمار نداشتند ($P>0/05$). در بین تیمارهای سونیکاسیون کمترین امتیاز مربوط به دمای ٦٥ درجه سلسیوس و زمان ١٥ دقیقه بود. امتیازطعم و مزه در تیمار حرارتی کمتر از سایر تیمارها بود. تفاوت معنی‌داری از نظر امتیاز طعم و مزه در نمونه شاهد و تیمارهای سونیکاسیون مشاهده نشد ($P>0/05$). در بین تیمارهای سونیکاسیون، دمای ٦٥ درجه سلسیوس و زمان ١٥ دقیقه امتیاز طعم و مزه کمتری نشان داد. امتیاز بافت به طور معنی‌داری در تیمار حرارتی کمتر از سایر تیمارها بود ($P<0/05$). در بین تیمارهای سونیکاسیون در دمای ٤٥ و ٥٥ درجه سلسیوس تفاوتی با نمونه شاهد مشاهده نشد ($P>0/05$)، اما در دمای ٦٥ درجه سلسیوس در زمان ١٠ و ١٥ امتیاز بافت کاهش یافت و کمتر از نمونه شاهد بود. همانند سایر فاکتورها، کمترین میزان امتیاز پذیرش کلی در تیمار حرارتی مشاهده شد. امتیاز پذیرش کلی در نمونه شاهد و تیمار سونیکاسیون تفاوت معنی‌دار نشان نداد ($P<0/05$) اما در دمای ٦٥ درجه سلسیوس در زمان ١٠ و ١٥ دقیقه امتیاز پذیرش کلی کاهش یافت. این بدان معنی است که فرآیند سونیکاسیون در مقایسه با عملیات حرارتی معمولی تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های حسی زیتون دارد. یافته‌های مشابهی توسط Raju و Deka (۱۳۹۷)، گزارش شد که افزایش دما و زمان فرآیند اولتراسوند به طور قابل‌توجهی امتیازات ارگانولپتیک میوه تحت سونیکاسیون شده را کاهش داد [٤٤]. بر اساس مطالعه Basumatary و همکاران (۲۰۲۰)، نمونه‌های دارابی بدون تیمار امتیاز ارزیابی حسی بیشتری نسبت به تیمار سونیکاسیون به دست آوردند [۲۹].

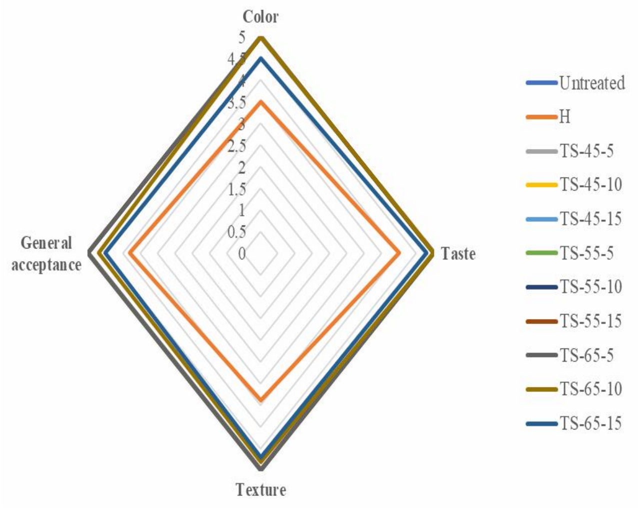

Fig 4 Effect of heat treatment and sonication at different treatment times and temperatures on sensory qualities of olives.
H: Heat treatment, TS-45-5: Thermosonication at 45 ˚C for 5 min; TS-45-10: Thermosonication at 45 ˚C for 10 min; TS-45-15: Thermosonication at 45 ˚C for 15 min; TS-55-5: Thermosonication at 55 ˚C for 5 min; TS-55-10: Thermosonication at 55 ˚C for 10 min; TS-55-15: Thermosonication at 55 ˚C for 15 min; TS-65-5: Thermosonication at 65 ˚C for 5 min; TS-65-10: Thermosonication at 65 ˚C for 10 min; TS-65-15: Thermosonication at 65 ˚C for 15 min.

٤- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تیمار سونیکاسیون همانند فرایند حرارتی سبب کاهش بار میکروبی نمونه‌های زیتون شد. ارزیابی پارامترهای رنگی زیتون حاکی از آن بود که کمترین فاکتور L^* و a^* در تیمار حرارتی مشاهده شد. در تیمار سونیکاسیون با افزایش دما و زمان، میزان روشنایی و سبزی نمونه ها به طور معناداری کاهش یافت و بر میزان زردی افزوده شد ($P<0/05$). میزان سفتی، بین تیمار شاهد (بدون حرارت) و تیمار

سونیکاسیون در دمای ۴۵ و ۵۵ درجه سلسیوس تفاوتی مشاهده نشد. در تیمار سونیکاسیون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس با افزایش زمان میزان سفتی کاهش یافت. فرایند حرارتی سنتی اثر منفی بر فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی زیتون داشت. استفاده از دمای ۴۵ و۵۵ درجه سلسیوس و زمان ۱۵ دقیقه در سونیکاسیون نسبت به فرایند حرارتی معمول موجب حفظ بهتر ترکیبات زیست فعال شد و کمترین اثر منفی بر خصوصیات کیفی زیتون داشت. ارتباط مثبت بین ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های زیتون مشاهده شد، بطوریکه نمونه‌های دارای فنل کل بیشتر، فعالیت آنتی اکسیدانی بیشتری داشتند. نتایج ارزیابی حسی نشان داد، تیمار بدون حرارتی و تیمار سونیکاسیون در دمای ۴۵ و ۵۵ درجه سلسیوس امتیاز حسی و پذیرش کلی بالاتری کسب نمودند. در مجموع با توجه به پارامترهای کیفی و خواص میکروبی، سونیکاسیون در دمای ۵۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه به عنوان بهترین تیمار انتخاب شد. با این حال، مطالعات بیشتری برای بررسی اثر سونیکاسیون حرارتی بر ویژگی‌های کیفی زیتون در طول دوره نگهداری مورد نیاز است.

۵- منابع

[1] Charoenprasert, S. & Mitchell, A. (2012). Factors influencing phenolic compounds in table olives (*Olea europaea*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60(29), 7081-7095.

[2] Marsilio, V., Campestre, C. & Lanza, B. (2001). Phenolic compounds change during California-style ripe olive processing. Food Chemistry, 74(1), 55-60.

[3] Jafarpour, D. (2021). The effects of modified atmosphere packaging on biochemical parameters and sensory properties of pomegranate seeds during cold storage. Food Science and Technology, 18(112), 261-269.

[4] Hashemi, S. M. B., Jafarpour, D. & Gholamhosseinpour, A. (2022). Antimicrobial activity of *Carum copticum* and *Satureja khuzestanica* essential oils and acetic acid in vapor phase at different relative humidities and temperatures in peanuts. Journal of Food Processing and Preservation, 46(2), e16269.

[5] Dimou, A., Panagou, E., Stoforos, N. G. & Yanniotis, S. (2013). Analysis of thermal processing of table olives using computational fluid dynamics. Journal of Food Science, 78(11), E1695-E1703.

[6] Jafarpour, D., Hashemi, S. M. B., Mousavifard, M. & Sayadi, M. (2022). The combined effect of different concentrations of *Vitex pseudo-negundo* extract and different temperatures against food-borne pathogens in chicken salad. Journal of Food Measurement and Characterization, 16(3), 2365-2374.

[7] Argyri, A. A., Panagou, E. Z., Nychas, G. J. E. & Tassou, C. C. (2014). Nonthermal pasteurization of fermented green table olives by means of high hydrostatic pressure processing. BioMed Research International, 515623.

[8] Hashemi, S. M. B. & Jafarpour, D. (2020). Ultrasound and malic acid treatment of sweet lemon juice: Microbial inactivation and quality changes. Journal of Food Processing and Preservation, 44(11), e14866.

[9] Hashemi, S. M. B. & Jafarpour, D. (2021). Antimicrobial and antioxidant properties of Saturn peach subjected to ultrasound-assisted osmotic dehydration. Journal of Food Measurement and Characterization, 15(3), 2516-2523.

[10] Piyasena, P., Mohareb, E. & McKellar, R. C. (2003). Inactivation of microbes using ultrasound: a review. International Journal of Food Microbiology, 87, 207–216.

[11] Adekunte, A., Valdramidis, V. P., Tiwari, B. K., Slone, N., Cullen, P. J., Donnell, C. P. O. & Scannell, A. (2010). Resistance of *Cronobacter sakazakii* in reconstituted powdered infant formula during ultrasound at controlled temperatures: a quantitative approach on microbial responses. International Journal of Food Microbiology, 142(1-2), 53-59.

[12] Sagong, H. G., Lee, S. Y., Chang, P. S., Heu, S., Ryu, S., Choi, Y. J. & Kang, D. H. (2011). Combined effect of ultrasound and organic acids to reduce *Escherichia coli O157: H7*, *Salmonella Typhimurium* and *Listeria monocytogenes* on organic fresh lettuce. International Journal of Food Microbiology, 145(1), 287-292.

[13] Ertugay, M. F. & Başlar, M. (2014). The effect of ultrasonic treatments on cloudy

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-26]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211]

[22] Pires-Cabral, P., Barros, T., Nunes, P. & Quintas, C. (2018). Physicochemical, nutritional and microbiological characteristics of traditional table olives from Southern Portugal. Emirates Journal of Food and Agriculture, 611-620.

[23] Hashemi, S. M. B. & Jafarpour, D. (2020). Synergistic properties of *Eucalyptus caesia* and *Dracocephalum multicaule* Montbr & Auch essential oils: Antimicrobial activity against food borne pathogens and antioxidant activity in pear slices. Journal of Food Processing and Preservation, 44(9), e14651.

[24] Hashemi, S. M. B. & Jafarpour, D. (2021). Bioactive edible film based on Konjac glucomannan and probiotic Lactobacillus plantarum strains: Physicochemical properties and shelf life of fresh-cut kiwis. Journal of Food Science, 86(2), 513-522.

[25] Bhat, R., Kamaruddin, N. S. B. C., Min-Tze, L. & Karim, A. A. (2011). Sonication improves kasturi lime (Citrus microcarpa) juice quality. Ultrasonics Sonochemistry, 18(6), 1295-1300.

[26] Jabbar, S., Abid, M., Hu, B., Wu, T., Hashim, M. M., Lei, S., Zhu, X. & Zeng, X. (2014). Quality of carrot juice as influenced by blanching and sonication treatments. LWT - Food Science and Technology, 55, 16-21.

[27] Paniagua-Martínez, I., Ramírez-Martínez, A., Serment-Moreno, V., Rodrigues, S. & Ozuna, C. (2018). Non-thermal technologies as alternative methods for *Saccharomyces cerevisiae* inactivation in liquid media: a review. Food and Bioprocess Technology, 11(3), 487-510.

[28] Hayer, K. (2010). The effect of ultrasound exposure on the transformation efficiency of *Escherichia coli HB101*. Bioscience Horizons. 3(2), 141- 147.

[29] Basumatary, B., Nayak, P. K., Chandrasekar, C. M., Nath, A., Nayak, M. & Kesavan, R. K. (2020). Impact of thermo sonication and pasteurization on the physicochemical, microbiological and anti-oxidant properties of pomelo (*Citrus maxima*) juice. International Journal of Fruit Science, 20(sup3), S2056-S2073.

[30] Jafarpour, D., Hashemi, S. M. B. & Mousavifard, M. (2022). Inactivation kinetics of pathogenic bacteria in persimmon using the quality-related quality parameters in apple juice. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 26, 226-231.

[14] Gabriel, A. A. (2012). Microbial inactivation in cloudy apple juice by multi-frequency Dynashock power ultrasound. Ultrasonics Sonochemistry, 19(2), 346-351.

[15] Dias, D. D. R. C., Barros, Z. M. P., de Carvalho, C. B. O., Honorato, F. A., Guerra, N. B. & Azoubel, P. M. (2015). Effect of sonication on soursop juice quality. LWT-Food Science and Technology, 62(1), 883-889.

[16] Barba, F .J., Koubaa, M., Do Prado-Silva, L., Orlien, V. & Sant'Ana, A. D. S. (2017). Mild processing applied to the inactivation of the main foodborne bacterial pathogens: a review. Trends in Food Science & Technology, 66, 20–35.

[17] Anaya-Esparza, L. M., Velázquez-Estrada, R. M., Roig, A. X., García-Galindo, H. S., Sayago-Ayerdi, S. G. & Montalvo-González, E. (2017). Thermosonication: An alternative processing for fruit and vegetable juices. Trends in Food Science & Technology, 61, 26-37.

[18] Herceg, Z., Lelas, V., Jambrak, A. R., Vukušić, T. & Levaj, B. (2013). Influence of thermo-sonication on microbiological safety, color and anthocyanins content of strawberry juice. Journal of Hygienic Engineering and Design, 4(1), 26-37.

[19] Jasmi, N., Mansor, N., Lim, E. J., Yusof, N. L., Hajar-Azhari, S. & Rahim, M. H. A. (2019). The effect of sonication and heat treatment on the physicochemical, nutritional and microbiological properties of different sugarcane variants. Food Science and Technology, 40, 551-556.

[20] Kiang, W. S., Bhat, R., Rosma, A. & Cheng, L. H. (2013). Effects of thermosonication on the fate of *Escherichia coli O157: H7* and *Salmonella Enteritidis* in mango juice. Letters in Applied Microbiology, 56(4), 251-257.

[21] Sayadi, M., Mojaddar Langroodi, A. & Jafarpour, D. (2021). Impact of zein coating impregnated with ginger extract and *Pimpinella anisum* essential oil on the shelf life of bovine meat packaged in modified atmosphere. Journal of Food Measurement and Characterization, 1-14.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-26]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211]

Science Letters. 4: 150-153.

[38] Hooshyar, L., Hesari, J., Azadmard, Damirchi S. & Sengul, M. (2019). The Effect Of Thermal Sonication Of Bioactive Compounds And Some Of The Quality Parameters Of Sour Cherry Juice Compared To The Usual Pasteurization Method. Journal of Food Hygiene, 9(1(33)), 21- 33. [in persian]

[39] Nguyen, T. P. & Le, V. V. M. (2012). Application of ultrasound to pineapple mash treatment in juice processing. International Food Research Journal, 19(2), 547-552.

[40] Aadil, R., Zeng, X., Mehmood Abbasi, A., Saeed Khan, M., Khalid, S., Jabbar, S. & Abid, M. (2015). Influence of power ultrasound on the quality parameters of grapefruit juice during storage. Science Letters, 3, 6-12.

[41] Yıkmış, S. (2020). Sensory, physicochemical, microbiological and bioactive properties of red watermelon juice and yellow watermelon juice after ultrasound treatment. Journal of Food Measurement and Characterization, 1-10.

[42] Sulaiman, A., Farid, M., & Silva, F. V. M. (2017). Quality stability and sensory attributes of apple juice processed by thermosonication, pulsed electric field and thermal processing. Food Science and Technology International, 23 (3), 64-71.

[43] Esteve, M. & Frigola, A. (2008). The effect of thermaal and non thermal processing on vitamin C, carotenoids, phenolic componds and total antioxidant capacity in orange juice. Tree and Forestry Science and Biotechnology, 2, 128-134.

[44] Raju, S. & Deka, S. C. (2018). Influence of thermosonication treatments on bioactive compounds and sensory quality of fruit (*Haematocarpus validus*) juice. Journal of Food Processing and Preservation, 42(8), e13701.

combination of thermosonication and formic acid. Food Science and Technology International, 10820132221095718.

[31] Amjadi, S., Alizadeh, A. & Roufegarinejad, L. (2018). Cavitation effects of sonication on microbial load and physicochemical properties of orange juice. Food Science and Technology, 15 (83), 217-226. [in persian]

[32] Huang, H. W., Chang, Y. H. & Wang, C. Y. (2015). High pressure pasteurization of sugarcane juice: evaluation of microbiological shelf life and quality evolution during refrigerated storage. Food and Bioprocess Technology, 8(12), 2483-2494.

[33] Jahanbakhshiyan, N. & Hamdami, N. (2008). The effect of temperature and time of thermal process on the quality properties of canned green olives. 18th National Congress of Food Technology, 1-6. [in persian]

[34] Islam, M. S., Igura, N., Shimoda, M. & Hayakawa, I. (2003). Effects of low hydrostatic pressure and moderate heat on texture, pectic substances and color of carrot. European Food Research and Technology, 217(1), 34-38.

[35] Aday, M. S., Temizkan, R., Büyükcan, M. B. & Caner, C. (2013). An innovative technique for extending shelf life of strawberry: Ultrasound. LWT-Food Science and Technology, 52(2), 93-101.

[36] Gani, A., Baba, W. N., Ahmad, M., Shah, U., Khan, A. A., Wani, I. A., ... & Gani, A. (2016). Effect of ultrasound treatment on physico-chemical, nutraceutical and microbial quality of strawberry. LWT-Food Science and Technology, 66, 496-502.

[37] Saeeduddin, M., Abid, M., Yan, Y., Jabbar, S., Wu, T., Riaz, A., Muhammad Hashim, M., Hu, B., Wang, W. & Zeng, X. (2016). Response of Certain Poly Phenolic Compounds to Sonication in Fresh Pear Juice.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-26]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211]

Comparison the impacts of thermal sonication and pasteurization process on qualitative and microbial features of canned pickled olive

Molayem, A.[1], Jafarpour, D.[2*]

1. M. Sc. Graduated of the Department of Food Science and Technology, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran.
2. Assistant professor of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 06/ 13
Accepted 2022/ 08/ 02

Keywords:

Green Olives,
Thermal Sonication,
Bioactive Compounds,
Microbial Inactivation.

DOI: 10.22034/FSCT.19.127.211
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.29.2

*Corresponding Author E-Mail:
Do.Jafarpour@iau.ac.ir

ABSTRACT

Thermal methods are among the common methods of food processing that increase the shelf life of food products by reducing the microbial population and inactivating enzymes. Despite the favorable effects of the traditional thermal process, this method reduces the nutritional and sensory quality of food products. Increasing consumer demand for food products with minimal changes in characteristics has provided the basis for examining new methods of food processing. Therefore, in the current work, the impact of conventional pasteurization and thermosonication (TS) on the microbial populations, antioxidant activity and quality parameters of fermented green table olives was studied. Olives were subjected to ultrasound treatment (30 kHz, 100 W) at different temperatures (45, 55, and 65 ºC) and times (5, 10, and 15 min) and compared with the conventional heat treatment (85 ºC, 15 min). After treatment, TS at 45 and 55 ºC markedly ($p < 0.05$) improved firmness, color parameters, and sensory attributes relative to the thermally processed olives. Furthermore, TS enhanced total phenolic content (8.45-25.37%) and antioxidant activity (8.43-31.21%) compared to the untreated samples. TS at 55 ºC-15 min, 65 ºC-10 min, and 65 ºC-15 min successfully reduced the microbial counts to nil. However, TS at 65 °C notably diminished the quality parameters. Thus, TS can improve the safety and quality of table olives and can be used as a suitable alternative to the thermal processing.