مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

مطالعه اثر حرارت‌دهی اهمیک و حمام آب بر بقای *اشرشیاکلی* در آب هویج

سیدرامین رفیعائی[1]، نفیسه زمین‌دار*[2]

۱-کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

۲ -دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۱/۱٦

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۷/۷

کلمات کلیدی:

غیرفعال سازی،

اشرشیاکلی،

آب هویج،

اهمیک

DOI:10.22034/FSCT.22.158.50.

* مسئول مکاتبات:

n.zamindar@khuisf.ac.ir

چکیده

هویج پس از آب‌گیری دارای عمر نگه‌داری بسیار پایینی می‌باشد. پاستوریزاسیون راهی مناسب برای حفظ و تجاری‌سازی این محصول می‌باشد. در این مطالعه از دستگاه اهمیک به عنوان منبع گرمایش استفاده گردید و باکتری اشرشیاکلی به عنوان شاخص کفایت غیرفعال سازی فرم رویشی باکتری برای پاستوریزاسیون انتخاب گردید. آب‌هویج تازه تحت ۳ سطح دمای ٤۸، ٥٥ و ٦۲ درجه سانتی‌گراد و ٦ سطح زمان ۰، ۳۰، ٦۰، ۹۰، ۱۲۰و ۱٥۰ ثانیه با ولتاژ ثابت ۱۰۰ ولت تحت فرآیند حرارتی قرار گرفت و تعداد باکتری‌های بازمانده مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین پاستوریزاسیون به روش متعارف حمام آب داغ نیز انجام گرفت و با روش اهمیک مورد مقایسه قرار گرفت که نتیجه‌ی آن کارایی بیشتر روش اهمیک را نشان داد. پاستوریزاسیون به روش اهمیک علاوه بر جلوگیری از اتلاف وقت و انرژی با سرعت بالا باعث غیرفعال شدن فرم رویشی باکتری‌ها در مدت زمان بسیار کمی شده است. تغییرات بازمانده‌های باکتری‌ها با افزایش دما و زمان به وسیله‌ی طرح کاملا تصادفی درسطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. اثر روش و زمان و اثر متقابل روش و زمان بر کاهش تعداد باکتری‌های زنده‌مانده معنی‌دار بود($P<0.05$). در دمای ٦۲ درجه سانتی‌گراد بهترین نتیجه برای حرارت‌دهی اهمیک حاصل شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-03-25]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.50]

۱-مقدمه

هویج یکی از سبزی‌های متعلق به گروه *آپیاسه*[1] است که با نام *داکوس کاروت ال.* [2]رده بندی می شود. هویج سبزی ریشه دار یا غده ای خوراکی است که می توان آن را خام، خورد و یا رنده شده در سالاد مصرف نمود و بیشتر در پخت سوپ‌ها و خورش‌ها کاربرد دارد. استان‌های آذربایجان شرقی، خوزستان، اصفهان و زنجان بیش‌ترین سهم را در تولید هویج کشور دارا می‌باشند. هویج دارای مقادیر بالای بتاکارتن به عنوان پیشساز ویتامین آ. است همچنین حاوی مواد معدنی مختلف نظیر آهن، مس، منیزیوم، فسفر، و ویتامین‌هایی نظیر گروه B و C می‌باشد [۱]. به طور کلی با رشد محبوبیت غذاهای آماده در بسیاری از کشور های آسیایی، شاهد افزایش تقاضا برای سبزی ها و میوه های فرآوری شده با کیفیت بالا بوده و پیش بینی می شود این روند در دهه آینده در همگی کشور های در حال توسعه جهان ادامه یابد [۲]. آب هویج یک نوشیدنی بسیار مغذی و غنی از بتاکاروتن و آنتی اکسیدان است. علاوه بر این، ریشه‌های هویج فیتوآلکسین ٦-متوکسیملین تولید می‌کنند که از رشد چندین قارچ، مخمر و کپک جلوگیری می‌کند و اثر ضد لیستریا را نشان می‌دهد. با این حال، pH بالای آب هویج(٦/٤ تا ٦/٨) همچنان محصول را برای افزایش ماندگاری به چالش می‌کشد، زیرا میکروارگانیسم‌های نامطلوب در این مقادیر pH بسیار مقاوم هستند [۳].

در میان تمام علل احتمالی زوال مواد غذایی، انتشار میکروارگانیسم‌ها در مواد غذایی از اهمیت ویژه‌ای در صنایع غذایی برخوردار است. علاوه بر ضایعات غذایی ناشی از دور ریختن محصولات آلوده، برخی از میکروارگانیسم‌ها نیز می‌توانند مشکلات بهداشت عمومی را ایجاد کنند. این مشکلات مربوط به آسیب شناسی‌های ناشی از خود میکروارگانیسم یا سمومی است که توسط برخی از گونه‌ها ساخته می‌شود. بنابراین، غیرفعال سازی میکروارگانیسم‌ها تا تعداد قابل قبول یکی از مهم‌ترین نگرانی‌ها در زمینه فرایند مواد غذایی است [٤]. به طور سنتی تصور می شد که اسیدیته آب میوه مانع مهمی در برابر رشد عوامل بیماری زای ناشی از غذا است. با این حال، تحقیقات بسیاری در مورد شیوع بیماری های ناشی از غذا شامل مصرف آب میوه منتشر شده است که توانایی آب میوه‌های اسیدی را برای حمل عوامل بیماری‌زای انسانی نشان می دهد. *اشرشیا کلی* O157: H7 می تواند در غذاها و نوشیدنی های اسیدی به خوبی زنده بماند زیرا برخی اسیدهای آلی را تحمل می‌کند و قابلیت سازگاری با اسید را دارد [۵]. *اشرشیا کلی* O157: H7 ، یک نوع پاتوژن گرم منفی، زیرمجموعه انتروهموراژیک است و توسط مرکز کنترل بیماری‌های ایالات متحده به عنوان یکی از پنج عامل بیماری‌زای برتر ذکر شده است که منجر به بستری شدن در بیمارستان می شود. بنابراین، غیرفعال‌سازی موثر *اشرشیا کلی* O157: H7 در غذا برای جلوگیری از شیوع بیماری و تضمین ایمنی مواد غذایی و سلامت انسان مهم است [٦].

فرایند های حرارتی از جمله پاستوریزاسیون به عنوان یک روش فرایند حرارتی برای غیرفعال‌سازی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و فساد برای اطمینان از ایمنی و افزایش ماندگاری انواع مواد غذایی استفاده شده است. آب هویج به عنوان یک محصول تازه و پرآب، حساس به رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا می‌باشد که می‌توانند باعث عفونت‌های گوارشی و سمی بشود. برخی از این میکروارگانیسم‌ها شامل *اشرشیا کلی، سالمونلا، لیستریا و کلستریدیوم بوتولینوم* هستند. پاستوریزاسیون آب هویج می‌تواند این باکتری‌ها را کشته یا ضعیف کرده و از خطر بروز بیماری‌های غذایی جلوگیری کند. همچنین، پاستوریزاسیون می‌تواند عمر نگهداری آب هویج را افزوده و از نیاز به استفاده از مواد نگهدارنده و افزودنی‌ها بکاهد [۷]. با این حال، فناوری‌های حرارتی جدید در مقایسه با تیمار های حرارتی سنتی، حفظ مواد مغذی، بافت، رنگ و طعم دهنده های مواد غذایی را افزایش دهند. بنابراین، توسعه فناوری های جدید فرآیند حرارتی در دهه های گذشته توجه ویژه‌ای را به خود جلب کرده است. از

1-*Apiaceae*

2 -*Daucus carot*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-03-25]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.50]

گرمایش اهمی می توان به عنوان یک فرایند حرارتی موثر برای گرم کردن مداوم محصولات غذایی با عبور جریان های الکتریکی از ماتریس های غذایی استفاده کرد. بنابراین، گرمایش اهمی می تواند محدودیت های پاستوریزاسیون معمولی را با استفاده از برق دور بزند [۸]. فناوری گرمایش اهمیک مبتنی بر عبور جریان الکتریکی متناوب از طریق یک ماده غذایی با هدف اصلی گرم کردن آن می باشد [۹]. مهم-ترین مزیت مرتبط با این فرایند، امکان گرم کردن مواد سریع و یکنواخت از جمله محصولات ذره‌ای بوده و به همین دلیل، محصولاتی که با گرمایش اهمیک تحت درمان قرار گیرند، کیفیت بالاتری نسبت به محصولات فرایند شده معمولی خواهند داشت [۱۰]. از مزایای آن در مقایسه با گرمایش معمولی می‌توان به حفظ رنگ و ارزش مواد غذایی، سرعت گرمایش بالا، ایجاد گرمایش حجمی، عدم ایجاد شیب دمایی، دوستدار محیط زیست و کارایی و بازدهی بسیار بالا نام برد [۱۱].

این مطالعه به بررسی استفاده از روش حرارت دهی اهمیک و اثرات این روش بر غیر فعال کردن باکتری *اشرشیاکلی* در آب هویج پرداخته است.

۲- مواد و روش‌ها

۱-۲- مواد

نمونه هویج، متعلق به خانواده آمبلیفریا[۳] و از جنس داکوس[۴] وکاروتا[۵] بوده و از یک باغ در اصفهان خریداری شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. مواد شیمیایی با درجه خلوص بالا از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

۲-۲- روش‌ها

۱-۲-۲- آماده‌سازی نمونه

نمونه ی هویج تازه را پس از پاک کردن و حذف بخش های زائد، پوست گیری کرده و به خوبی با آب مقطر شسته شده و سپس با دستگاه آب میوه گیری آبگیری شد [۱۲]. سپس pHآن تنظیم گردید و در شیشه های ۲۵۰ میلی لیتری دربسته با مقاوت حرارتی بالا برای اطمینان از عاری بودن از هر میکروارگانیسم اتوکلاو (دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد، فشار bar ۱.۲ به مدت ۲۰دقیقه) کرده و در یخچال(دمای ٤ درجه سانتی‌گراد) تا پیش از آزمون‌ها نگهداری گردید.

۲-۲-۲- محیط های کشت و سرم های رقت سازی

در این پژوهش از سه محیط کشت، BHI، EMB و PCA و محلول رقیق کننده سرم فیزیولوژی در آزمایش اصلی یعنی شمارش تعداد کلنی های باقیمانده و از سه محیط کشت، SIM، MR-VP و سیمون سیترات برای تست تاییده ایموایک و از محیط کشت NB به همراه ٪۱ قند گلوکز، لاکتوز و ساکارز همراه با معرف فنل رد به منظور تست بررسی تخمیر قند استفاده شد، که آماده سازی هر کدام از آنها مطابق دستورالعمل ساخت محیط کشت شرکت سازنده انجام شد، توسط دستگاه اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد ، فشار bar ۱.۲ و به مدت ۲۰دقیقه استریل گردید و در یخچال(دمای ٤ درجه سانتی‌گراد) تا لحظه آزمایش داخل پک های استریل نگهداری شد.

برای ساخت سرم های فیزیولوژیک مورد استفاده در رقت سازی، مقدار ۸.۵ گرم سدیم کلرید را با ترازوی حساس با دقت ۰.۰۰۰۱ توزین کرده و در مقداری آب مقطر حل نموده و سپس حجم آن به یک لیتر رسانیده شد. سپس با پیپت ۱۰ میلی لیتر مقدار ۹ میلی لیتر سرم را به داخل لوله های آزمایش ریخته در آن با پنبه محکم بسته و در ردیف های ۱۰ تایی دسته بندی گردید و سپس آنرا با اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد ، فشار bar ۱.۲ به مدت ۲۰دقیقه استریل کرده و

3 -*Umbelliferae*
4- *Daucus*
5 -*Carota*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-03-25]
[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.50]

تا موقع مصرف در پک های استریل در یخچال (دمای ٤ درجه سانتی‌گراد) نگهداری گردید [۱۳].

۳-۲-۲- نمونه باکتری *اشرشیاکلی*

سوش باکتری *اشرشیا کلی* (PTCC۱۳۹۹) از سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران خریداری شد، سپس برای فعال سازی کامل سوش ابتدا آن را در محیط کشت BHI قرار داده و به مدت ٤۸ ساعت در انکوباتور (پارس طب نوین، ایران) در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و این کار به مدت سه مرحله ٤۸ ساعته با هر بار پاساژ جدید باکتری از کشت قبل انجام شد. پس از مشاهده کدورت کافی با استفاده از سوآپ استریل نمونه برداری کرده و با روش کشت خطی به محیط کشت EMB انتقال داده شد و پس از گرمخانه گذاری ٤۰ درجه سانتی‌گراد و تشکیل جلای سبز نمونه اشرشیا آماده شد و با نگه داری پلیت در یخچال می توان برای مدت حدود ۳ هفته از آن استفاده کرد و به منظور بررسی خلوص باکتری تست ایموایک و تست تخمیر قند انجام شده و از باکتری *اشرشیا کلی* خالص جهت تهیه استاندارد نیم مک فارلند استفاده گردید [١٤].

به منظور تهیه استاندارد نیم مک فارلند برای آماده سازی نمونه نهایی برای تلقیح با نمونه آب هویج از دستگاه اسپکتروفتومتر (UNICO S۲۱۰۰، آمریکا) استفاده شد. ابتدا تعدادی از کلنی های تک بر روی محیط EMB جدا کرده و در لوله حاوی محیط BHI به مدت ٢٤ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه کرده و به اصطلاح کشت شبانه انجام گرفته و از کشت شبانه برای تهیه استاندارد نیم مک فارلند استفاده شد. برای ساخت استاندارد نیمه مک فارلند در محیط کاملا استریل ابتدا جذب را برروی ٦٢٥ nm تنظیم کرده و با سل حاوی محیط کشت BHI خالص را به عنوان شاخص، عدد دستگاه اسپکتروفتومتر را صفر یا به اصطلاح کالیبره گردید تا میزان جذب کدورت نمونه فقط میزان جذب باکتری موجود در آن باشد. با توجه به توضیحات مطابق استاندارد جذب نمونه تلقیحی روی عدد ۰.۰۹ تنظیم شد که این عدد جذب با روش شمارش معادل تعداد۱.۵×۱۰^{٦} محاسبه و گزارش گردید [۱۵].

٤-۲-۲- تست تاییدی ایمویک باکتری *اشرشیاکلی*

تست ایندول و تست استفاده از سیترات، توانایی باکتری‌ها را برای تولید آنزیم‌های خاص بررسی می‌کنند. از سوی دیگر، تست متیل رد و تست ووگس‌پروسکوئر، محصولات متابولیک نهایی تولید شده توسط باکتری‌ها را شناسایی می‌کنند. به این ترتیب نوع و جنس باکتری بر اساس آنزیم‌ها، مواد مغذی مورد نیاز و محصولات متابولیکی که تولید کرده است، مشخص می‌گردد [١٦].

۵-۲-۲- تست تاییدی تخمیر قند باکتری *اشرشیاکلی*

شامل سه تست تخمیر قند گلوکز، لاکتوز و ساکارز می‌باشد که این سه تست در محیط مایع نوترینت براث با اضافه کردن ۱٪ از هر کدام از قندها انجام می‌گیرد که در نهایت با اضافه کردن معرف فنول رد وجود یا عدم وجود *اشرشیاکلی* اثبات می‌شود. بدین صورت که با تغییر رنگ معرف فنول رد در هر سه نوع قند از قرمز به زرد اثبات وجود *اشرشیاکلی* می‌باشد [۱۵].

٦-۲-۲- تنظیم pH

دامنه پاستوریزاسیون مربوط به مواد غذایی با pH کمتر از ٤.٦ می‌باشد و از آنجایی که آب هویج مورد استفاده در این پژوهش دارای pH اولیه ٦.٦ می‌باشد و در دامنه پاستوریزاسیون نمی‌باشد باید با استفاده از اسید های خوراکی و با توجه به حد مجاز استفاده آنها، نمونه وارد دامنه شود [۱۷]. به همین منظور نمونه آب هویج در یه ظرف ریخته شده و الکترود pH متر در آن قرار می‌گیرد، سپس به آرامی مخلوط فسفریک اسید و گلیکودلتا لاکتون (نسبت ۱ به ۳) را به آرامی به نمونه اضافه نموده و هم زده شد. هدف ایجاد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-03-25]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.50]

pH ٤.٤ میباشد. چون تغییرات شدید می‌باشد از این مخلوط تا pH٥ استفاده کرده و مابقی را با محلول ٣مولار فسفریک اسید تنظیم نموده، همچنین محاسبه میزان استفاده اسید با استفاده از رابطه هندرسون-هاسل باخ انجام می‌گیرد [١٨].

$$pH= pk_a+ log_{١٠} (\frac{[A^-]}{[HA]}) \quad (١)$$

که در رابطه بالا HA غلظت اسید، A^- غلظت پایه مزدوج و pk_a لگاریتم منفی ثابت تفکیک اسید می‌باشد[١٩].

٧-٢-٢- پاستوریزاسیون به روش حمام آب داغ

ابتدا حمام آب را روشن کرده تا به دمای هدف (دماهای ٤٨, ٥٥, ٦٢ درجه سانتی‌گراد) برسد. پک استریل را با ٢٥٠ میلی لیتر نمونه تلقیح شده پرکرده، درون حمام قرار داده و با یک دماسنج، دمای نمونه مورد کنترل قرار می‌گیرد تا به عدد مورد نظر برسد(مدت زمانی که نمونه طی میکند تا از دمای ٢٥ درجه سانتی‌گراد به دمای هدف برسد به اصلاح زمان افزایش دما[٦] نامیده می‌شود و از آن جایی که در محاسبات حرارتی حائز اهمیت است در این پژوهش اندازه‌گیری شده است). در این پژوهش شمارش باکتری های زنده مانده در نمونه در دماهای ٤٨, ٥٥, ٦٢ درجه سانتی‌گراد و ٥ زمان ٠, ٣٠, ٦٠, ٩٠, ١٢٠, ١٥٠ ثانیه مورد بررسی قرار گرفت.

٨-٢-٢- پاستوریزاسیون به روش اهمیک

در این روش نمونه‌ها را در سل مخصوص دستگاه که قبلا توسط اتوکلاو استریل شده ریخته و در دماهای ٤٨ ,٥٥ ,٦٢ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد و در زمان‌های ٠ ,٣٠ , ٦٠ ,٩٠ ,١٢٠ ,١٥٠ ثانیه پس از رسیدن به دمای هدف نمونه‌برداری گردید. برای این کار از سرنگ استریل ١٠میلی لیتر استفاده شد و نمونه گرفته شده را در فالکون های در بسته ای که قبلا توسط اتوکلاو استریل شده بود ریخته شد و بلافاصله در مخلوط آب و یخ سرد و برای مرحله کشت آماده شد. در این روش نیز همان طور که در روش قبلی توضیح داده شد مدت زمان افزایش دما مهم بوده و اندازه گیری می‌شود [٢٠].

٩-٢-٢- شمارش تعداد کلنی های باقی مانده

با توجه به اینکه طبق مقررات FDA حداقل نیاز پاستوریزاسیون را به میزان ٥ log کاهش میکروارگانیسم های بیماری زا که قادر به رشد در محصول هستند الزامی می کند [٢١]. به منظور اندازه‌گیری تعداد باکتری‌های *اشرشیاکلی* زنده مانده در نمونه آب‌هویج بعد از فرایندهای اعمال شده، یک میلی‌لیتر از نمونه با استفاده از نه سری ٩ میلی‌لیتری لوله‌های رقیق‌کننده که حاوی محلول رقیق‌کننده آب پپتونه یا سرم فیزیولوژی تهیه شده بود، به روش رقت سازی ترتیبی رقیق گردید. سپس از لوله‌های $١٠^{-١}$ تا $١٠^{-٩}$ هر کدام با ٣ تکرار به روش کشت پورپلیت در محیط کشت پلیت کانت آگار کشت داده شد و بعد از کشت به دست آمده از بین رقت $١٠^{-١}$ تا $١٠^{-٩}$ از کشت انجام شده، شمارش گردید [١٦]، سپس کشت آمیخته یا پورپلیت برای شمارش میکروارگانیسم‌های موجود در نمونه به کار رفت، سپس به مدت ٤٨ ساعت پلیت‌ها به صورت برعکس گرمخانه گذاری شدند تا کلنی‌ها رشد کنند. شمارش با استفاده از دستگاه کلنی کانتر، تعداد کلنی‌ها در هر رقت شمارش و سپس با استفاده از فرمول محاسبه با روش cfu/mL محاسبه و گزارش شد [١٥].

$$cfu/mL = \text{تعداد کلنی شمارش شده} \times \text{عکس رقت} \times \frac{1}{\text{حجم نمونه}} \quad (٢)$$

١٠-٢-٢- تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

6 -Come up time

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-03-25]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.50]

برای تجزیه و تحلیل آماری تعداد میکروب های *اشرشیاکلی* باقی مانده پس از هر تیمار اندازه گیری شد و لگاریتم این داده ها برای تحلیل آماری در نظر گرفته شد. تمام داده ها در سه تکرار بررسی شدند و اگر تفاوت شمارش یک تیمار بیش از ۱۵٪ بود ، داده های آن تیمار تکرار گردید. اثر دو متغییر مستقل روش حرارت دهی (دو سطح اهمیک و حمام آب) و زمان حرارت دهی (۰، ۳۰، ٦۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ثانیه) بر متغییر وابسته تعداد *اشرشیاکلی* باقی مانده به صورت جداگانه در دماهای ٤۸، ۵۵، ٦۲ درجه سانتی‌گراد در قالب آزمون فاکتوریل طرح کاملا تصادفی و با نرم افزار SAS انجام شد، مقایسه میانگین‌ها با استفاده آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

۱-۳- نتایج ارزیابی پارامتر تعداد بازمانده‌های *اشرشیاکی* پس از پاستوریزاسیون

نتایج پژوهش در دو روش حمام آب و اهمیک در ولتاژ ۱۰۰ ولت در سه دمای ٤۸، ۵۵ و ٦۲ درجه سانتی‌گراد و طی ٦ زمان ۰، ۳۰، ٦۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ ثانیه در جدول(۱) ارائه شده است. نتایج جدول تجزیه واریانس حاکی از این است که متغیرهای تعداد بازمانده‌های *اشرشیاکی* در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شدند.

Table (1) Analysis of variance of *Escherichia coli* survivors

Sources of changes	Degrees of freedom	average of squares		
		48°C	55°C	62°C
Time	5	0.374 **	0.83 **	25.32 **
Method	1	0.021 **	0.042 *	1.77 **
The interaction of time in the method	5	0.008 **	0.072 **	0.30 **
error	**22**	**0.001**	**0.01**	**0.00**

ns و * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار شدن در سطح آماری ۵ و ۱ درصد

۲-۳- نتایج ارزیابی پاستوریزاسیون به روش اهمیک و حمام بخار

با استفاده از طرح کاملا تصادفی در این پژوهش در ولتاژ ۱۰۰ ولت و در سه دمای ٤۸، ۵۵ و ٦۲ درجه سانتی‌گراد و طی ٦ زمان ۰، ۳۰، ٦۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ ثانیه که زمان ۰ تیمار شاهد می‌باشد، به روش اهمیک و حمام آب در جدول (۲) ارائه گردیده که نتایج نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد. در دماهای بالاتر، تعداد باقی مانده ها در دماهای ۵۵ و ٦۲ درجه سانتی‌گراد در روش حمام بخار کمتر است.

Table (2) Mean comparison of *Escherichia coli* survivors in conventional and ohmic methods

Temperature / Method	48°C	55°C	62°C
Conventional (water bath)	4.80 ± 0.05 [a]	4.51 ± 0.06 [a]	**2.58 ± 0.43 [b]**
Ohmic	4.75 ± 0.06 [b]	4.58 ± 0.10 [b]	**3.03 ± 0.49 [a]**
LSD 5%	0.02	0.06	**0.03**

با توجه به جدول (۲) به وضوح می‌توان دریافت که فقط مقایسه تعداد باکتری‌های بازمانده در دو روش گویای شدت میکروب کشی و پاستوریزاسیون نمی‌باشد بنابراین دو فاکتور زمان افزایش دما و زمان حرارت‌دهی را باید مورد بررسی قرار داد. زمان افزایش دما یا زمانی که طول می‌کشد تا تیمار از دمای محیط یعنی ۲۵ درجه سانتی‌گراد به دمای هدف (در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-03-25]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.50]

این آزمایش ٤٨, ٥٥ ,٦٢ درجه سانتی‌گراد) برسد، از این نظر مهم بوده زیرا در این بازه زمانی حرارت دهی صورت گرفته و میکروب کشی انجام می‌شود و هر چه این زمان طولانی تر باشد شاهد از دست رفتن تعداد زیادی از میکروب ها خواهیم بود [٢٢].

Table (3) Come up time for conventional and ohmic methods

Methods	48°C	55°C	62°C
Water bath	1':20"	1':46"	2':18"
Ohmic	0':34"	0':40"	0':52"
Time difference	0':46"	0':56"	1':26"

٣-٣- نمودار مقایسات میانگین تعداد بازمانده‌های *اشرشیاکلی* نسبت به زمان

شکل‌های (١)، (٢)و (٣) که به ترتیب نشان دهنده نمودار میانگین لگارتیم(پایه ١٠) تعداد بازمانده ها طی فرآیند حرارت‌دهی در دماهای ٤٨، ٥٥ و ٦٢ درجه سانتی‌گراد و زمان‌های ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و ١٥٠ ثانیه است.

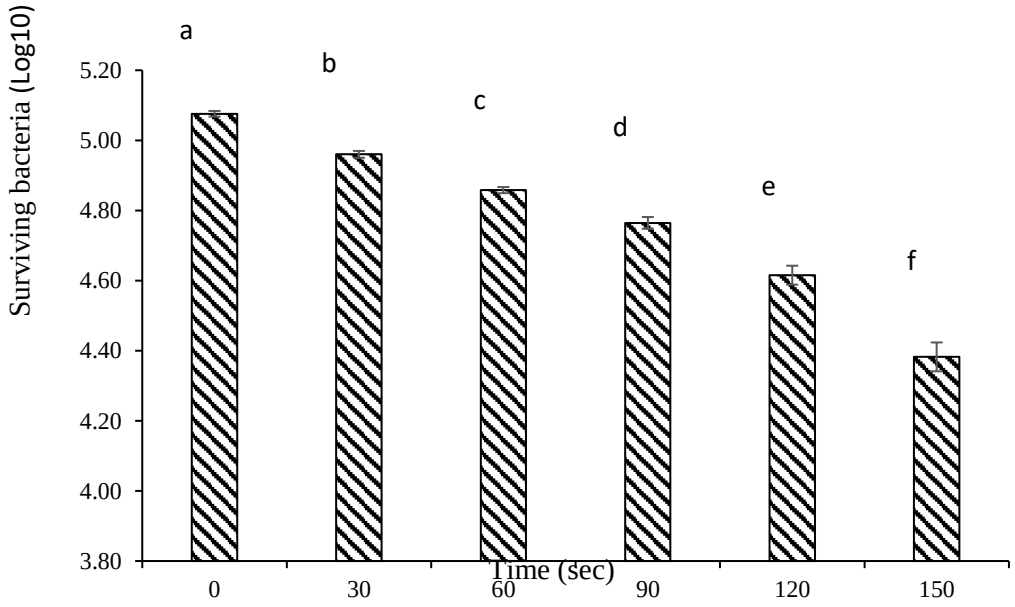


Figure (1) Mean comparison of *Escherichia coli* survivors at different times at 48 °C

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-03-25]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.50]

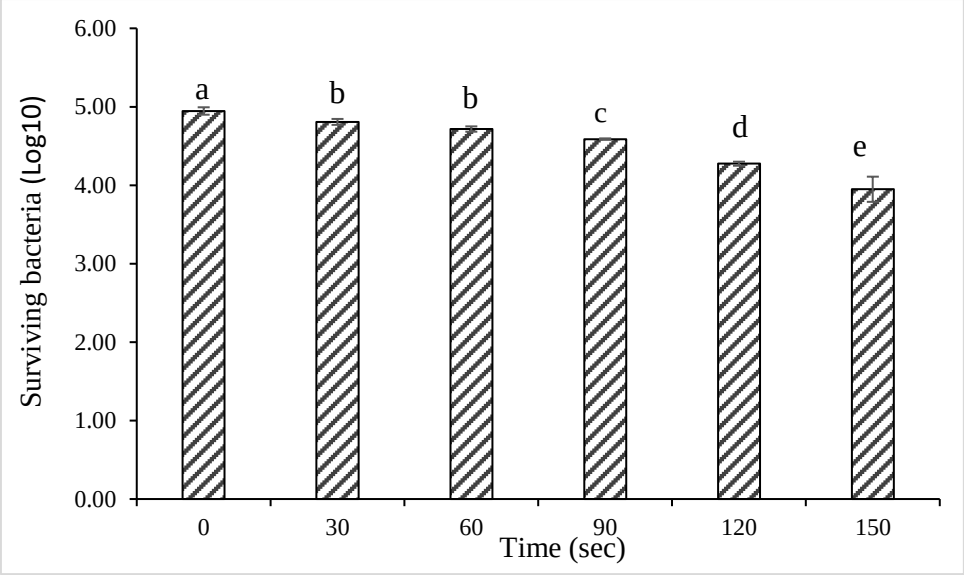


Figure (2) Mean comparison of *Escherichia coli* survivors at different times at 55 °C

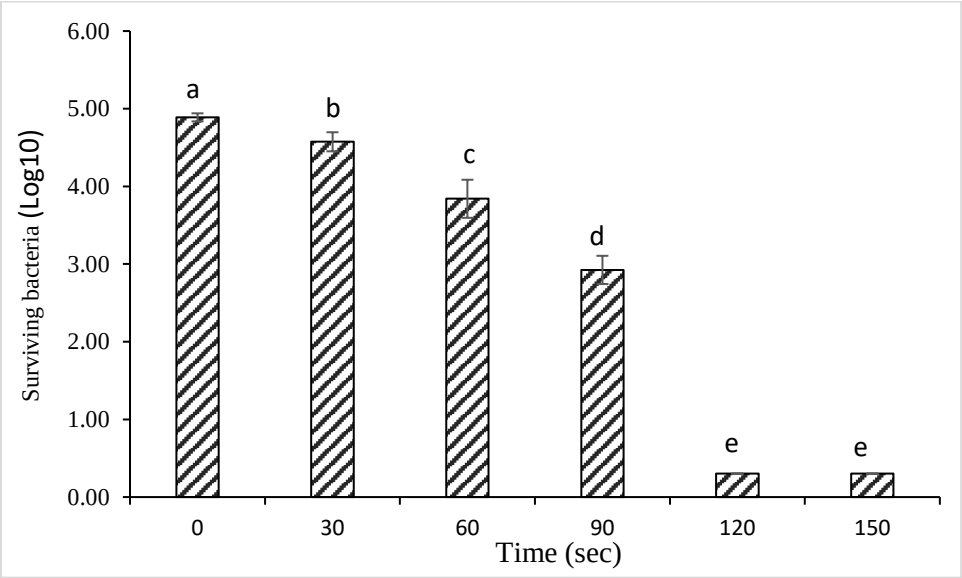


Figure (3) Mean comparison of *Escherichia coli* survivors at different times at 62 °C

با توجه به نمودارهای ۱،۲،۳، تیمار اول اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ با بقیه تیمارها دارد. با افزایش دما تا ٦۲ درجه سانتی‌گراد تعداد بازمانده‌ها به گونه‌ای کاهش یافته که در تیمارهای ۱۲۰ و ۱۵۰ ثانیه در دمای ٦۲ درجه سانتی‌گراد این مقدار به صفر رسیده است و کاهش باکتری ها نسبت به بقیه تیمارها در سطح احتمال۱٪ معنی‌دار می‌باشد. در کل بیش‌ترین میزان میکروب کشی در دمای ٦۲ درجه و زمان ۱۲۰ ثانیه رخ داده است و با افزایش دما و گذشت زمان میزان میکروب کشی افزایش یافته است.

٤-۳- نمودار مقایسات میانگین اثر متقابل روش‌ها در زمان‌های مختلف با تاثیر زمان افزایش دما

در نمودارهای (٤) الی (٦) نتایج مقایسات میانگین پاستوریزاسیون باکتری *اشرشیاکلی* به دو روش اهمیک و حمام آب آورده شده که در آن ستون اول هر نمودار نمونه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-03-25]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.50]

شاهد و در لحظه ۰ ثانیه در هر دما می‌باشد و تیمارهای دیگر در سه دمای ٤٨، ٥٥ و ٦٢ درجه سانتی‌گراد و طی ٥ زمان ۳۰، ٦۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ ثانیه به هر دو روش حمام آب و اهمیک آورده شده است.

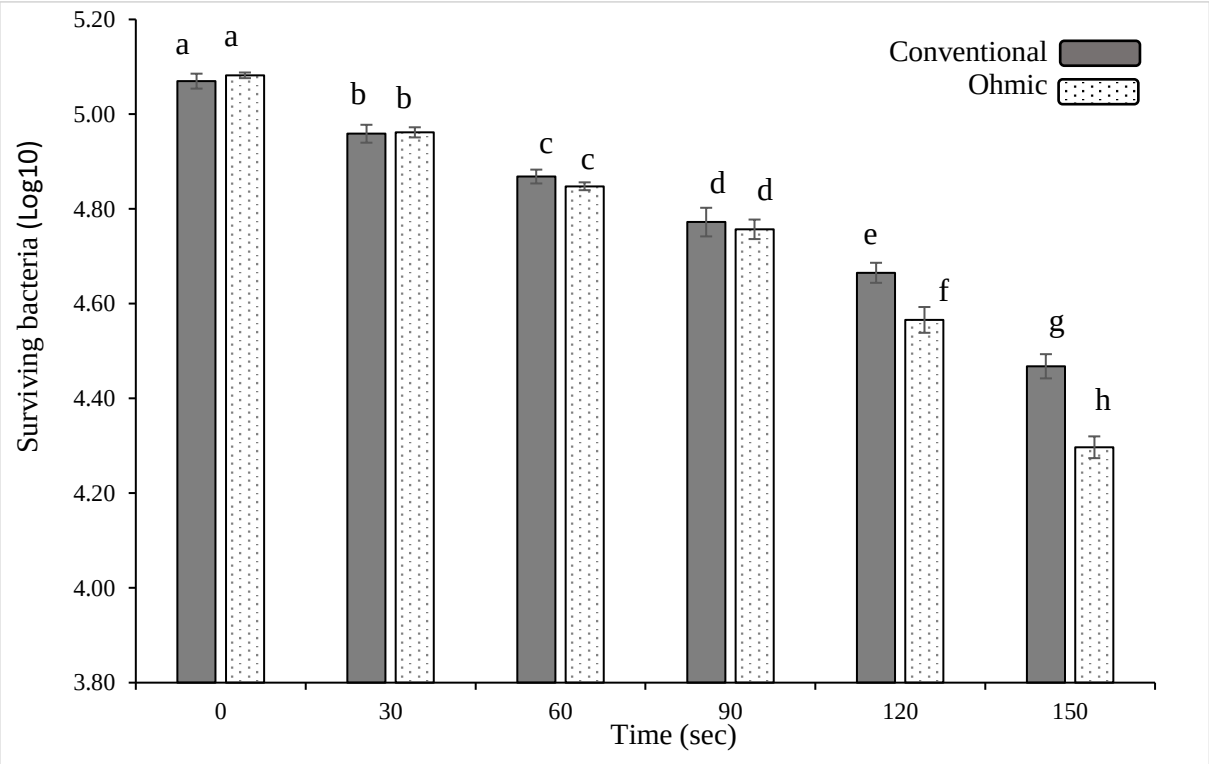
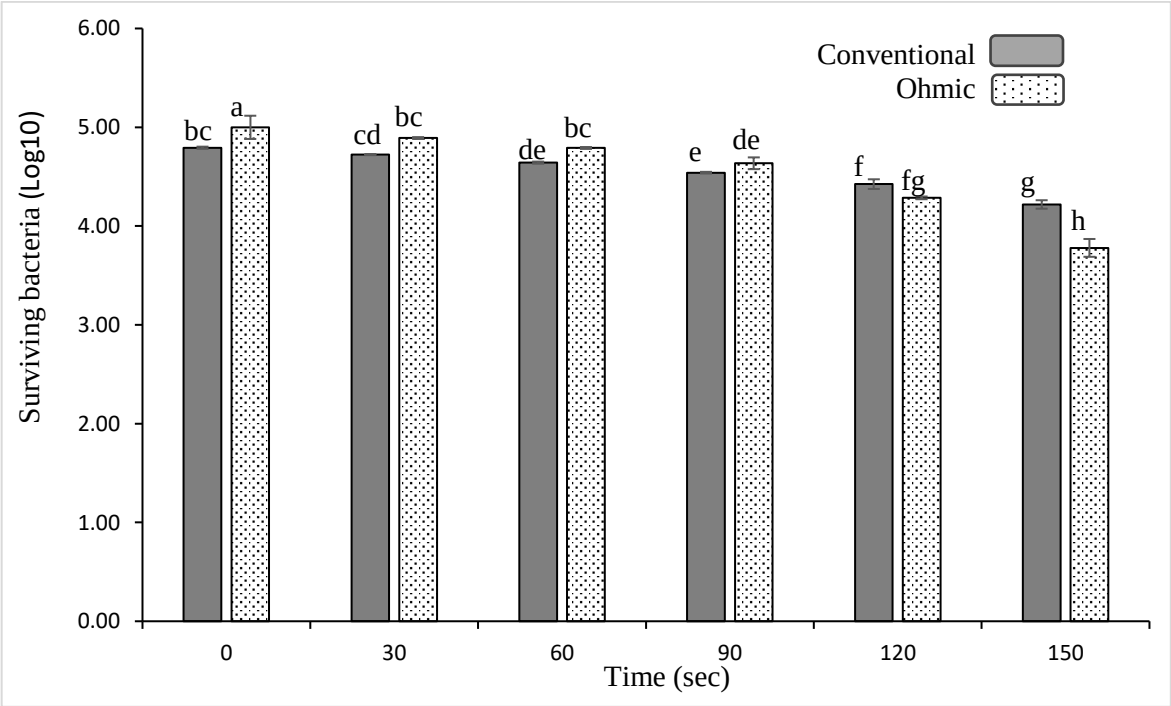


Figure (4) Mean comparison of *Escherichia coli* survivors affected by interaction of time and heating method at 48 °C



[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-03-25]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.50]

Figure (5) Mean comparison of *Escherichia coli* survivors affected by interaction of time and heating method at 55 ℃

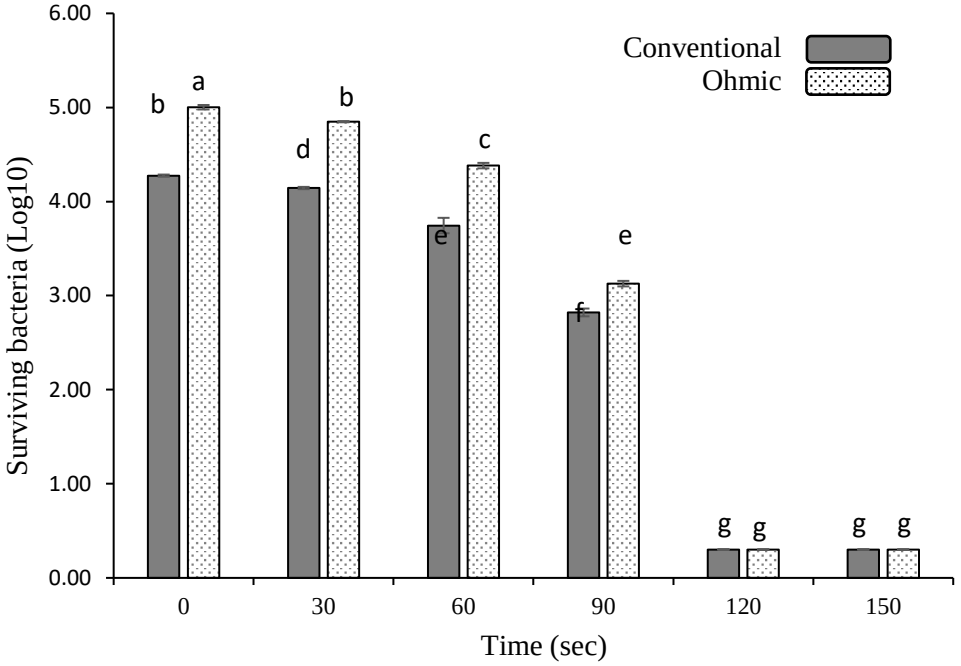


Figure (6) Mean comparison of *Escherichia coli* survivors affected by interaction of time and heating method at 62 ℃

با توجه به نتایج مقایسات میانگین، دو تیمار اول هرنمودار نمونه‌ی شاهد در آن دما می‌باشد. با توجه به نمودارها وجود اختلاف آماری معنی داری بین نمونه‌های شاهد و بقیه تیمارها وجود دارد که نشان‌دهنده‌ی کاهش شدید تعداد باکتری‌های *اشرشیاکلی* پس از تیمار حرارتی می‌باشد.

در دمای ٤۸ درجه سانتی گراد با پیشرفت زمان کاهش معنی دار در تعداد میکروب زنده مانده در هر دو روش اهمیک و سنتی مشاهده می شود. در مقایسه اثر متقابل متد وزمان ملاحظه می شود در زمان‌های ۰، ۳۰، ٦۰ و۹۰ ثانیه بین دو تیمار حمام آب و اهمیک در هر بازه زمان اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال ۵٪ >p وجود ندارد، برخلاف آن در زمان‌های ۱۲۰ و ۱۵۰ ثانیه، بین تیمار اهمیک و حمام آب اختلاف آماری معنی دار در سطح احتمال ۵٪>p وجود دارد(نمودار ٤)

در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد (نمودار ۵) بین سه تیمار شاهد حمام آب، ۳۰ ثانیه اهمیک و ٦۰ ثانیه اهمیک و همچنین بین سه تیمار حمام آب ٦۰ ثانیه، حمام آب ۹۰ ثانیه و اهمیک ۹۰ ثانیه اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد. اگرچه بین حمام آب و اهمیک ۹۰ ثانیه و همچنین حمام آب و اهمیک ۱۲۰ ثانیه اختلاف آماری خاصی دیده نمی‌شود ولی بین حمام آب و اهمیک ۱۵۰ ثانیه با یکدیگر و با تیمارهای زمان‌های دیگر اختلاف آماری معنی‌دار وجود دارد(۵٪>p).

در دمای ٦۲ درجه سانتی گراد با پیشرفت زمان کاهش معنی دار در تعداد میکروب زنده مانده در هر دو روش اهمیک و سنتی مشاهده می شود. در مقایسه اثر متقابل متد وزمان ملاحظه می شود در زمان‌های ۰، ۳۰، ٦۰ و۹۰ ثانیه بین دو تیمار حمام آب و اهمیک در هر بازه زمانی اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال ۵٪ >p وجود دارد و شمارش در روش سنتی پایین تر است. علت این امر طولانی تر بودن زمان افزایش دما در این روش است (جدول ۳) که خود این زمان اثر کشندگی دارد. در زمان‌های ۱۲۰ و ۱۵۰ ثانیه، بین تیمار اهمیک و حمام آب اختلاف آماری معنی دار در سطح احتمال ۵٪>p وجود ندارد(نمودار ٦).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-03-25]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.50]

بین تمام تیمارهای اهمیک و حمام آب شاهد و زمان های ۳۰، ۶۰و۹۰ ثانیه به طور جداگانه اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪>p وجود دارد بر خلاف آنها بین چهار تیمار آخر یعنی اهمیک و حمام آب ۱۲۰ ثانیه و ۱۵۰ ثانیه هیچ اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. در این دما با نگاه کلی اگرچه بین تیمار های شاهد حمام آب و اهمیک ۳۰ ثانیه و همچنین حمام آب ۶۰ ثانیه و اهمیک ۹۰ ثانیه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما بین دو تیمار اهمیک و حمام آب ۱۲۰ ثانیه با تمام نمونه های زمان های ماقبل آن اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال ۵٪>p وجود دارد. همچنین این نتایج با نتایج کشانی و همکاران (۲۰۲۰) در یک راستا می‌باشد [۲۳].

٤- نتیجه‌گیری

در این پژوهش هدف غیر فعال‌سازی فرم رویشی باکتری *اشرشیاکلی* در آب‌هویج است. با توجه به لزوم کاهش ۵ log از میکروارگانیسم های بیماری زا که قادر به رشد در محصول هستند شرایط ٦٢ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ ثانیه برای برآوردن حداقل نیاز پاستوریزاسیون در هر دو روش اهمیک و حمام آب کافی است. مقایسه زمان افزایش دما پیش از پاستوریزاسیون هر دو روش اهمیک و حمام آب داغ این نکته حائز اهمیت است که در همه موارد زمان افزایش دمای روش حمام آب بیشتر از روش اهمیک بوده و در این حین حرارت دهی انجام شده است و اثر کشندگی وجود داشته است. اهمیک به دلیل صرف مدت زمان خیلی کوتاه‌تر برای رسیدن به دمای مورد نظر فرآیند و پاستوریزاسیون کامل علاوه‌بر صرفه در وقت که در صنعت نشان‌گر تولید بیشتر در یک بازه زمانی مشخص و کاهش هزینه ها می‌باشد، بیان‌گر صرفه‌جویی در انرژی نیز می‌باشد. در صنعت در اکثر مواقع برای تولید بخار آب و ایجاد حرارت در بویلر ها از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود ولی برخلاف آن اهمیک دوستدار محیط زیست بوده و با مصرف کمتر انرژی و زمان کمتر باعث حفظ مواد مغذی و افزایش کیفیت محصول می‌شود.

٥-منابع

[1] Karamian, A., hazbavi, i., & Shahbazi, F. (2019). Behavior of ohmic heating of carrot juice affected by electrode and voltage gradient. Innovative Food Technologies, 7(1), 31-40. https://doi.org/10.22104/jift.2019.3199.1769

[2] Mahmoodi, M. J., & Azadbakht, M. (2019). Investigating the effects of blanching and ohmic heating at microwave drying on some quality characteristics of carrot slices. Innovative Food Technologies, 6(2), 247-256. https://doi.org/10.22104/jift.2018.3130.1750

[3] Pokhrel, P. R., Toniazzo, T., Boulet, C., Oner, M. E., Sablani, S. S., Tang, J., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2019). Inactivation of Listeria innocua and Escherichia coli in carrot juice by combining high pressure processing, nisin, and mild thermal treatments. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 54, 93-102. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.03.007

[4] Müller, W. A., Ferreira Marczak, L. D., & Sarkis, J. R. (2020). Microbial inactivation by ohmic heating: Literature review and influence of different process variables. Trends in Food Science & Technology, 99, 650-659. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.021

[5] Lee, J.-Y., Kim, S.-S., & Kang, D.-H. (2015). Effect of pH for inactivation of Escherichia coli O157:H7, Salmonella Typhimurium and Listeria monocytogenes in orange juice by ohmic heating. LWT - Food Science and Technology, 62(1, Part 1), 83-88. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.01.020

[6] Shao, L., Tian, X., Yu, Q., Xu, L., Li, X., & Dai, R. (2019). Inactivation and recovery kinetics of Escherichia coli O157:H7 treated with ohmic heating in broth. LWT, 110, 1-7. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.04.062

[7] 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(1), 16-21. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.09.007

[8] Hashemi, S. M. B., Mahmoudi, M. R., Roohi, R., Torres, I., & Saraiva, J. A. (2019). Statistical modeling of the inactivation of spoilage microorganisms during ohmic heating of sour

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-03-25]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.50]

orange juice. LWT, 111, 821-828. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.04.077

[9] Gamboa-Santos, J., et al. (2012). "Effects of conventional and ultrasound blanching on enzyme inactivation and carbohydrate content of carrots." European Food Research and Technology **234**(6): 1071-1079. https://doi.org/10.1007/s00217-012-1726-7

[10] Brochier, B., et al. (2016). "Influence of moderate electric field on inactivation kinetics of peroxidase and polyphenol oxidase and on phenolic compounds of sugarcane juice treated by ohmic heating." Lwt **74**: 396-403. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.001

[11] Gomes, C. F., et al. (2018). "Ohmic blanching of Tetsukabuto pumpkin: Effects on peroxidase inactivation kinetics and color changes." Journal of Food Engineering **233**: 74-80. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.04.001

[12] Zhang, Y., Wang, Y., Zhou, L., & Liao, X. (2010). A comparative study of inactivation of peach polyphenol oxidase and carrot polyphenol oxidase induced by high-pressure carbon dioxide. International Journal of Food Science & Technology, 45(11), 2297-2305. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02403.x

[13] Bikle, D. D., Siiteri, P. K., Ryzen, E., Haddad, J. G., & Gee, E. (1985). Serum Protein Binding of 1,25-Dihydroxyvitamin D: A Reevaluation by Direct Measurement of Free Metabolite Levels*. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 61(5), 969-975. https://doi.org/10.1210/jcem-61-5-969

[14] Dai, Y., Wen, Z., Ye, T., Deng, G., Zhang, M., Deng, Q., et al. (2018). Empirical treatment with non-anti-tuberculosis antibiotics decreased microbiological detection in cervical tuberculous lymphadenitis. Diagn Microbiol Infect Dis, 92(3), 245-249. https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2018.06.008

[15] Crone, P. B. (1948). The counting of surface colonies of bacteria. Epidemiology and Infection, 46(4), 426-430. https://doi.org/10.1017/S0022172400036603

[16] Buttiaux, R., Samaille, J., & Pierens, Y. (1957). Identification of Coliform Bacteria Isolated from Water. Eijkman Test and Production of Indole at 44°C. IMViC Tests. [L'identification des Eschericheae des eaux. Test d'Eijkman et production d'indole à 44°C. Tests I.M.V.I.C.]. Ann. Inst. Pasteur, Lille, 8, 137–149. https://doi.org/10.5555/19572702971

[17] Abbasi, Z., Jafari, M., & Fazel, M. (2019). Potential of microencapsulation to protect ascorbic acid under different temperature and pH during heating process. Brazilian Journal of Technology, 2(2), 573-589. https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJT/article/view/2067

[18] Kedia, P., Badhe, Y., Gupta, R., Kausley, S., & Rai, B. (2023). Modeling the effect of pH on the permeability of dried chitosan film. Journal of Food Engineering, 358, 111682. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111682

[19] Knirsch, M. C., Alves dos Santos, C., Martins de Oliveira Soares Vicente, A. A., & Vessoni Penna, T. C. (2010). Ohmic heating – a review. Trends in Food Science & Technology, 21(9), 436-441. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.06.003

[20] Mokhtari, M., Zamindar, N., Zia, M., Doudi, M., & Ghasemi Sepero, N. (2024). Inactivation of Byssochlamys fulva during ohmic heating of tomato juice. Food Science and Technology International, 10820132231222509. https://doi.org/10.1177/10820132231222509

[22] USFDA. 2018. Small Entity Compliance Guide: Juice HACCP. Available from: https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/small-entity-compliance-guide-juice-haccp [Accessed 30 Nuvember 2018].

[22] Keshani, M., Zamindar, N., & Hajian, R. (2021). Physicochemical properties of frozen tuna fish as affected by immersion ohmic thawing and conventional thawing. Food Science and Technology International, 28(8), 728-734. https://doi.org/10.1177/10820132211056776

[23] Keshani, M., Zamindar, N., & Hajian, R. (2020). Effect of Immersion Ohmic Heating on Thawing Rate and Properties of Frozen Tuna Fish. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 16(5), 621-628. https://doi.org/10.22067/ifstrj.v16i5.82797

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-03-25]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.50]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage: www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigating the effect of ohmic and water bath heating on surviving of *Escherichia coli*

Seyedramin Rafiaei[1], Nafiseh Zamindar[2]*,

1- Master Student, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:
Received:2024/4/4
Accepted:2024/9/28

Keywords:

Inactivation,

Escherichia coli,

carrot juice,

Ohmic heating.

DOI: 10.22034/FSCT.22.158.50.

*Corresponding Author E-n.zamindar@khuisf.ac.ir

ABSTRACT

Carrot juice has a very short shelf-life after production. Pasteurization is a suitable way to preserve and commercialize this product. In this study, an ohmic device was used as a heat source and *Escherichia coli* was chosen as an indicator of the effectiveness of bacterial inactivation for pasteurization. Fresh carrot juice was subjected to 3 temperature levels of 48, 55, and 62°C and 6 time levels of 0, 30, 60, 90, 120, and 150 seconds at a constant voltage of 100 volts under thermal processing and the number of surviving bacteria was investigated. . Conventional hot water bath pasteurization was also performed and compared with the ohmic method, which proved the greater efficiency of the ohmic method. Ohmic pasteurization not only prevents waste of time and energy but also leads to the inactivation of bacterial vegetative forms in a very short time at high speed. The changes in surviving bacteria with increasing temperature and time were significant at the 1% probability level using a completely randomized method. At 62°C, the best result for *Escherichia coli* was obtained.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-03-25]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.158.50]