مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ارزیابی تاثیر سامانه پیوسته پرتودهی فرابنفش بر ویژگی‌های کیفی آب لیمو

علی پورحسینعلی[۱]، کاظم جعفری نعیمی[۲]، حمیدرضا اخوان[۳*]، حمید مرتضی‌پور[۲]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بخش مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

۲- دانشیار بخش مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

۳- دانشیار بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۱۲

کلمات کلیدی:

آب لیمو،

پرتودهی فرابنفش،

خواص کیفی،

زمان ماندگاری.

DOI: 10.52547/fsct.18.08.24

* مسئول مکاتبات:

hr.akhavan@uk.ac.ir

چکیده

پرتودهی فرابنفش از جمله روش‌های سازگار با محیط زیست است که در پژوهش حاضر برای فرآوری آب لیمو مورد استفاده قرار گرفت. سامانه طراحی شده تابش فرابنفش دارای پنج عدد لامپ UV-C بود و عمل پرتودهی بر مبنای فاصله لامپ‌ها (۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر) از لایه عبوری سیال و همچنین زمان گردش (۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه) آب لیمو در سامانه انجام شد. نمونه پرتودهی نشده نیز به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. نمونه‌های شاهد و پرتودهی شده در بطری‌های پلی‌اتیلنی تیره رنگ پر شدند و در دمای محیط به مدت ۹۰ روز نگه‌داری شدند. بلافاصله بعد از پرتودهی و طی دوره نگه‌داری شاخص‌هایی از قبیل pH، اسیدیته، مواد جامد محلول، محتوای اسید آسکوربیک، شاخص‌های رنگ (L^*، a^* و b^*) و میزان قهوه‌ای شدن و همچنین ارزیابی حسی (رنگ ظاهری، طعم و مزه، عطر و بو و پذیرش کلی) بررسی شدند. شاخص‌های pH، اسیدیته و مواد جامد محلول روند مشخصی نشان ندادند. نتایج نشان داد از میان شاخص‌های رنگ، شاخص L^* به صورت معنی‌داری در طی دوره نگه‌داری کاهش یافت، اما شاخص‌های a^* و b^* در طی دوره نگه‌داری به صورت معنی‌داری افزایش یافتند که میزان این تغییرات در نمونه‌های پرتودهی شده از فاصله ۱۰ سانتیمتری بیشتر بود. همچنین پرتودهی سبب کاهش قابل توجه محتوای اسید آسکوربیک نمونه‌های پرتودهی شده از فاصله ۱۰ سانتی‌متری در مقایسه با نمونه‌های دیگر و شاهد گردید. اما، میزان قهوه‌ای شدن نمونه‌های پرتودهی شده از فاصله ۱۰ سانتی‌متری به صورت معنی‌داری کمتر از نمونه‌های پرتودهی شده از فاصله ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متری بود. امتیاز ارزیاب‌ها نیز نشان داد پرتودهی و نگه‌داری سبب تغییر ویژگی‌های کیفی آب لیمو گردید. امتیاز ارزیاب‌ها، پذیرش بیشتر نمونه‌های پرتودهی شده از فاصله ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متری را در مقایسه با نمونه‌های پرتودهی شده از فاصله ۱۰ سانتی‌متری نشان داد. به طور کلی، بواسطه تاثیر مخرب تابش فرابنفش بر محتوای اسید آسکوربیک، سامانه طراحی شده در این پژوهش برای فرآوری آب لیمو پیشنهاد نمی‌گردد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-04]

[DOI: 10.52547/fsct.18.117.307]

۱- مقدمه

مرکبات یکی از مهمترین محصولات باغی کشور هستند که بیشترین سطح زیر کشت را در استان‌های هرمزگان، فارس و استان‌های شمالی کشور دارد. آمار و اطلاعات سازمان خواربار و کشاورزی نشان می‌دهد ایران هفتمین تولید کننده بزرگ لیموترش با تولید ۱۱/۲ میلیون تن در سال می‌باشد که از لحاظ میزان تولید، لیمو ترش بعد از پرتقال و نارنگی قرار دارد و استان‌های هرمزگان و فارس رتبه اول تا دوم کشور را به خود اختصاص داده‌اند. لیمو ترش یکی از انواع مرکبات بوده که به دلیل داشتن ویژگی‌های مهم حائز اهمیت فراوانی است. این میوه حاوی ۹/۳۲ گرم کربوهیدرات، ۲/۸ گرم فیبر، ۱/۱۰ گرم پروتئین و ۰/۳۰ گرم چربی در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه می‌باشد، همچنین شامل انواع ویتامین‌ها (ویتامین C، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و غیره) و مواد معدنی (پتاسیم، کلسیم، فسفر و غیره) می‌باشد و محتوای ویتامین ث آن ۵۳ میلی گرم/۱۰۰ گرم وزن تازه میوه است [۱]. لیمو ترش دارای ترکیبات ترپنی است که تولید کلسترول در بدن را کنترل می‌کند و مانع افزایش زیاد آن می‌شود. در حال حاضر مصرف کنندگان نسبت به نوع غذا و نوشیدنی خود آگاهی بیشتری پیدا کرده‌اند؛ بنابراین، تمایل بیشتری نسبت به محصولات غذایی سازگار با محیط زیست و طبیعی دارند. بطور معمول در روش‌های صنعتی جهت بالا بردن میزان ماندگاری آب لیمو از مواد افزودنی استفاده می‌شود. حال آنکه در روش سنتی به طور معمول از مواد افزودنی استفاده نمی‌شود، در نتیجه محصول تولیدی در طی نگه‌داری در معرض تغییرات مختلف میکروبی و فیزیکوشیمیایی قرار خواهد گرفت. در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی در جهت جایگزین کردن روش‌های جدید به جای روش‌های شیمیایی و حرارتی شده است، این فن آوری‌ها در کنار نابودی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و کاهش سطح میکروارگانیسم‌های عامل فساد، کمترین آسیب را به کیفیت غذا وارد می‌کنند. برخی از این روش‌ها که در حال حاضر برای آب میوه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است شامل میدان الکتریکی پالسی، فشار هیدرواستاتیک بالا، امواج فراصوت، نور پالسی، امواج فرابنفش، استفاده از ازن و پراکسید هیدروژن می‌باشد [۲]. فقط تعداد کمی از روش‌های ذکر شده به شکل تجاری درآمده‌اند. به عنوان مثال، در حال حاضر آب میوه‌ها با روش فشار هیدرواستاتیک بالا به صورت تجاری فرآوری می‌شوند؛ با این حال، این فن آوری به طور قابل توجهی گران است.

پرتودهی با تابش فرابنفش در دامنه UV-C به طور فزاینده‌ای به‌عنوان یک روش غیرحرارتی برای آب میوه تازه مورد استفاده قرار گرفته و قادر است کاهش کیفیت مرتبط با ویژگی‌های حسی و کیفی را به حداقل رسانده و همچنین بدون بر جای گذاشتن باقیمانده مواد شیمیایی منجر به کاهش بار میکروبی گردد [۲]. در مطالعات قبلی کاهش بارمیکروبی آب میوه‌های مختلف [۳، ٤] همراه با حفظ کیفیت محصول [۵] با استفاده از تابش فرابنفش گزارش شده است. بنابراین، در این پژوهش ساخت دستگاه فرآوری آب میوه مجهز به سامانه پیوسته پرتودهی فرابنفش مدنظر قرار گرفت و تاثیر آن بر ویژگی‌های کیفی و حسی آب لیمو در طی دوره نگه‌داری بررسی گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده‌سازی نمونه آب لیمو

به منظور ارزیابی و آزمایش سامانه، مقدار ۵۰ کیلوگرم لیموی تازه منطقه جهرم استان فارس که در بازار محلی شهر کرمان موجود بود، خریداری گردید و پس از شستشوی کامل به مدت شش ساعت در مجاورت آفتاب رطوبت سطحی آن گرفته شد. سپس عمل آبگیری با استفاده از آب میوه‌گیرهای موجود در بازار انجام گرفت تا پس از صاف کردن ناخالصی‌ها (توسط پارچه متقال)، آماده فرآوری با سامانه پیوسته پرتودهی فرابنفش گردد. نمونه‌های آب لیموی صاف شده تا زمان آزمایش در بطری‌های پلی‌اتیلنی و در دمای یخچال نگهداری شدند. فویل آلومینیومی به منظور جلوگیری از تاثیر نور بر ویژگی‌های کیفی آب لیمو در اطراف بطری‌های پلی‌اتیلنی پیچانده شد.

۲-۲- سامانه پرتودهی

در پژوهش حاضر از سامانه پیوسته پرتودهی فرابنفش با ظرفیت ۲ لیتر در دقیقه با در نظر گرفتن دو فاکتور زمان گردش آب لیمو در سامانه و فاصله تابش از سطح سیال استفاده شد. شکل ۱ نمای جانبی سامانه پیوسته پرتودهی آب میوه را نشان می‌دهد که در نرم-

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-04]

[DOI: 10.52547/fsct.18.117.307]

افزار Maya 2014 طراحی گردیده است. مطابق شکل‌های ۱ و ۲، ساختار کلی سامانه از چندین جزء تشکیل شده است که بخش اول شامل قاب یا شاسی سامانه، بخش دوم مخزن ذخیره اولیه دستگاه، بخش سوم که مهمترین و اصلی‌ترین قسمت سامانه است شامل سیستم عامل سامانه و بخش چهارم مخزن ذخیره ثانویه و در نهایت پمپ انتقال دهنده سیال که اجزاء و نحوه عملکرد هر بخش در زیر تشریح گردیده است.

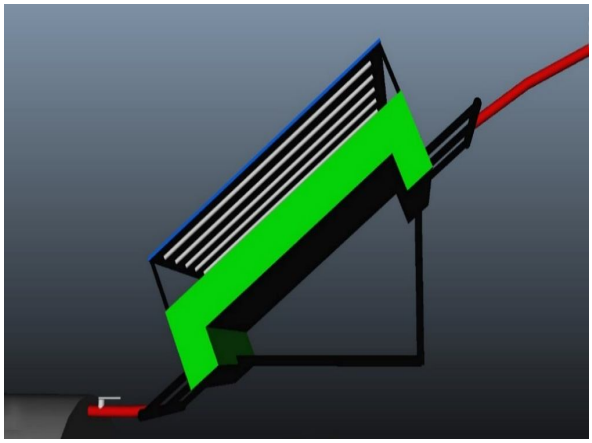

Fig 1 Side view of continuous UV-C irradiation system in Maya 2014 software.

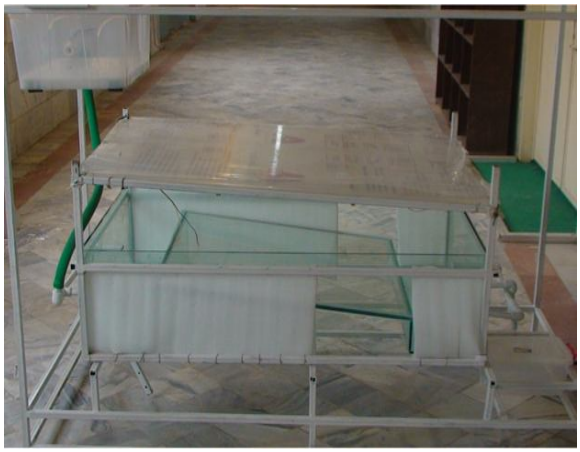

Fig 2 Photograph of the continuous UV-C irradiation system.

بخش اصلی سامانه پیوسته پرتودهی آب میوه، از جنس شیشه با ضخامت ۱۰ میلی‌متر ساخته شده است تا سیال در حین عبور از سطح آن ضخامت یکنواختی داشته باشد. پس از پر شدن مخزن قرار گرفته در قسمت بالای سطح شیشه‌ای، ضخامت نازک سیال از قسمت بالای سطح شیب‌دار جریان پیدا کرده و به صورت یکنواخت وارد مخزن ثانویه در قسمت پایین سطح شیشه‌ای می‌شود. به منظور ایجاد لایه سیال با ضخامت نازک، متغیر بودن شیب سطح عبوری در سامانه مدنظر قرار گرفت که به این منظور سازوکار عمل تغییر شیب تعبیه گردید. لامپ‌های جیوه کم فشار با قابلیت ایجاد تابش در محدوده UV-C روی بخش شیب‌دار و با فاصله قابل تغییر از سطح سیال قرار گرفتند. برای این منظور، قاب محل نگه‌داری لامپ‌های UV-C در فواصل مختلف ۱۰، ۲۰، ۳۰ سانتی‌متر از محل عبور سیال (لایه آب لیمو) قرار داده شد.

۲-۳- پرتودهی و بسته‌بندی آب لیمو

در ابتدا سطوح در تماس سامانه با آب لیمو، بطور کامل با پاشش محلول اتانول ۷۰ درصد سترون شد. سپس تاثیر فاصله‌های قرارگیری لامپ‌های UV-C (۱۰، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متری) از سطح سیال (لایه آب لیمو) و سه زمان گردش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه‌ای آب لیمو در سامانه پرتودهی بر ویژگی‌های کیفی آب لیمو ارزیابی گردید. سامانه در یک سطح کاملا افقی تراز گردید. در هر تیمار، ۲ لیتر آب لیموی صاف در قسمت مخزن ورودی (مخزن اولیه) دستگاه ریخته شد. ضخامت مناسب و یکنواخت سیال عبوری در شیب ۱۰٪ به دست آمد. پس از یکنواخت شدن جریان آب لیمو روی سطح شیشه‌ای لامپ‌های UV-C روشن شدند و زمان گردش ثبت گردید. در انتهای گردش، لامپ‌های فرابنفش خاموش شدند و نمونه آب لیمو در ظروف پلی‌اتیلنی با رنگ قهوه‌ای ریخته شد و درب‌بندی گردید. پرتودهی مرتبط با هر تیمار در سه تکرار انجام شد و ویژگی‌های کیفی نمونه‌های آب لیموی پرتودهی شده در فواصل زمانی ۳۰ روز و در طی نگهداری نمونه‌ها به مدت ۳ ماه در دمای محیط ارزیابی شدند.

۲-٤- ارزیابی رنگ ظاهری

از مهم‌ترین شاخص‌های فیزیکی یک محصول فرآوری شده در طی نگه‌داری شاخص رنگ است. به منظور ارزیابی شاخص رنگ نمونه‌های فرآوری شده و مقایسه آن با نمونه شاهد از دستگاه ارزیابی رنگ TES 135A ساخت کشور تایوان استفاده گردید. شاخص‌های L^* جهت سنجش تقریبی روشنی(۱۰۰+)/تیرگی(۰)، a^* برای قرمزی(۱۰۰+)/سبزی(۱۰۰-) و b^* برای زردی(۱۰۰+)/آبی(۱۰۰-) محاسبه گردید [٦].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-04]

[DOI: 10.52547/fsct.18.117.307]

شاخص قهوه‌ای شدن[3] BI که بیانگر تغییرات ایجاد شده در رنگ مواد غذایی است به صورت زیر محاسبه شد [٦]:

$$BI=100\times\left(\frac{X-0.31}{0.17}\right)$$

در این رابطه X به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$X=\frac{(a^*+1.75L^*)}{(5.645L^*+a^*-3.012b^*)}$$

۲-۵- اندازه‌گیری pH، اسیدیته قابل تیتراسیون و درصد ماده جامد محلول

برای اندازه‌گیری pH، الکترود pHمتر با استفاده از بافرهای مرتبط تنظیم شد، سپس در داخل بشر حاوی حدود ۱۵ میلی‌لیتر آب لیمو قرار گرفت تا در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد مقدار pH نمونه خوانده شود. برای اندازه‌گیری اسیدیته، الکترود pHمتر در داخل بشر حاوی ۱۵ میلی‌لیتر آب لیمو قرار داده شد و ضمن هم زدن نمونه، سود ۰/۱ نرمال قطره قطره اضافه شده تا pH دقیقاً در ۸/۲ ثابت شود. اسیدیته نمونه‌ها بر حسب گرم سیتریک اسید/۱۰۰ گرم وزن تازه آب میوه بیان شد. برای اندازه‌گیری درصد مواد جامد محلول (بریکس) نمونه‌های آب لیمو از رفراکتومتر رومیزی (2Waj, Italy) استفاده شد. ابتدا با آب مقطر دستگاه کالیبره شد و سپس یک قطره آب لیموی صاف روی منشور دستگاه قرار گرفت و بریکس نمونه‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری گردید [٦].

۲-٦- اندازه‌گیری محتوای اسید آسکوربیک

محتوای اسید آسکوربیک نمونه‌های آب لیمو با روش تیتراسیون ٦،۲-دی کلروفنل اندوفنل اندازه‌گیری شد. برای تعیین محتوای اسید آسکوربیک مقدار ۲ میلی‌لیتر آب لیمو با ۵ میلی‌لیتر محلول متافسفریک/استیک اسید مخلوط شد، سپس با محلول اندوفنل تا ظهور رنگ قرمز-صورتی کمرنگ به عنوان نقطه پایانی تیتر گردید. میزان اندوفنل مصرفی یادداشت شد تا پس از جایگذاری در فرمول زیر، محتوای اسید آسکوربیک بر حسب میلی‌گرم اسید آسکوربیک در 100 گرم نمونه تعیین گردد [٦].

mg ascorbic acid/100 g=(X-B)×(F/E)×(V/Y)×100

که در این رابطه X میلی‌لیتر واکنش‌گر اندوفنل لازم برای تیتراسیون نمونه، B میلی‌لیتر واکنش‌گر اندوفنل لازم برای تیتراسیون نمونه شاهد، F بیانگر تیتر اندوفنل (میلی‌گرم اسید آسکوربیک معادل ۱ میلی‌لیتر محلول استاندارد اندوفنل)، E حجم (وزن) نمونه مورد سنجش، V حجم اولیه نمونه؛ Y حجم نمونه تیتر شده می‌باشند.

۲-۷- ارزیابی ویژگی‌های حسی آب لیمو

ویژگی‌های حسی نمونه‌های آب لیمو توسط دوازده ارزیاب آموزش دیده (٦ زن و ٦ مرد در محدوده سنی ۲۰-٤۵ سال) از میان دانشجویان و کارکنان دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان و آشنا به ویژگی‌های کیفی آب لیموی سنتی ارزیابی شدند. سنجش ویژگی‌های حسی (رنگ، طعم و مزه، عطر و بو و پذیرش کلی) به روش هدونیک انجام گرفت. بر این مبنا، رنگ، طعم و مزه، عطر و بو و پذیرش کلی از بسیار بد (۱) تا بسیار عالی (۹) توسط ارزیاب‌ها امتیازدهی شدند [۷].

۲-۸- تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی انجام گرفت و نتایج آزمایش‌ها به صورت میانگین ± انحراف استاندارد بیان گردید. آنالیز واریانس ANOVA و مقایسه میانگین نمونه‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد (α =۰/۰۵) با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های کیفی آب میوه در جدول ۱ بیان شده است. بررسی هر کدام از شاخص‌ها به تفکیک در بخش‌های زیر بیان شده است.

3. Browning index

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-04]

[DOI: 10.52547/fsct.18.117.307]

Table 1 Analysis of variance of quality parameters of lemon juice

Source of variation	df	L^*	a^*	b^*	BI	pH	TA	TSS	AA
Radiation dose	2	15.61^{ns}	0.50^{*}	0.84^{*}	83.42^{*}	0.001^{ns}	0.0005^{ns}	0.015^{ns}	51.77^{*}
Circulation time	2	52.12^{*}	1.19^{*}	12.18^{*}	113.33^{*}	0.005^{*}	0.003^{*}	0.018^{ns}	528.36^{*}
Storage time	3	232.24^{*}	26.87*	26.18^{*}	3461.56^{*}	0.006^{*}	0.005^{*}	0.2^{ns}	960.44^{*}
Radiation dose × Circulation time	4	1.44^{ns}	0.72*	1.67^{*}	41.11^{*}	0.0005^{ns}	0.001^{*}	0.01^{ns}	19.24^{*}
Circulation time × Storage time	6	11.75^{*}	0.04*	1.49^{*}	29.54^{*}	0.002^{*}	0.0005^{ns}	0.05^{ns}	50.68^{*}
Radiation dose × Storage time	6	0.58^{ns}	0.04*	1.35^{*}	39.44^{*}	0.001^{*}	0.0002^{ns}	0.01^{ns}	15.81^{*}
Radiation dose × Circulation time × Storage time	12	1.65^{ns}	0.14*	0.31^{*}	12.94^{ns}	0.002^{**}	0.0006^{ns}	0.01^{ns}	10.07^{*}
Error	80	1.19	0.008	0.12	8.03	0.0005	0.0004	0.11	2.50

BI: Browning index; TA: Titratable acidity; TSS: Total soluble solid; AA: Ascorbic acid
*indicate significant difference at 5% probability level ($p<0.05$); ** indicate significant difference at 1% probability level ($p<0.01$); ^{ns} indicate no significant difference

۳-۱- تاثیر پرتودهی فرابنفش و نگه‌داری بر شاخص‌های رنگ آب لیمو

سنجش رنگ یکی از شاخص‌های مهم ارزیابی ویژگی‌های کیفی مواد غذایی در طی فرآوری و نگه‌داری می‌باشد. این شاخص در پذیرش یک محصول توسط مصرف‌کننده نقش بسیار مهمی دارد. همچنین تغییر رنگ نشان‌دهنده تغییرات شیمیایی و بیوشیمیایی در محصولات مورد بررسی می‌باشد [۸].

نتایج بررسی شاخص‌های رنگ (L^*، a^*، b^*) آب لیمو در طی دوره نگه‌داری نشان داد اثر متقابل زمان نگه‌داری و زمان گردش آب میوه بر شاخص L^* (روشنایی) معنی‌دار بود ($p<0.05$). همچنین اثر متقابل فاصله تابش فرابنفش، زمان گردش و زمان نگه‌داری بر شاخص a^* و شاخص b^* در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. روند تغییر شاخص‌های رنگ در شکل ۳ نشان داده شده است.

بررسی شاخص قهوه‌ای شدن (BI) نمونه‌های آب لیمو نشان داد اثر متقابل تابش فرابنفش و زمان گردش ($p<0.05$)، تابش فرابنفش و زمان نگه‌داری ($p<0.05$) و زمان گردش و زمان نگه‌داری ($p<0.05$) معنی‌دار بود.

نتایج نشان داد که بلافاصله بعد از پرتودهی میزان قهوه‌ای شدن نمونه کنترل به صورت معنی‌داری ($p<0.05$) کمتر از نمونه‌های پرتودهی شده بود. ولی در طی دوره نگهداری این روند مشاهده نشد. قهوه‌ای شدن رنگ آب میوه‌ها در طی فرآوری و نگهداری می‌تواند ناشی از واکنش‌های قهوه‌امیزان قهوه‌ای شدن نمونه‌های پرتودهی شده از فاصله ۱۰ سانتی‌متری به صورت معنی‌داری کمتر از نمونه‌های پرتودهی شده از فاصله ۳۰ سانتی‌متری بود. به طوریکه بیشترین میزان قهوه‌ای شدن مربوط به نمونه پرتودهی شده از فاصله ۳۰ سانتی‌متری با زمان گردش ۳۰ دقیقه بود. همچنین، کمترین میزان قهوه‌ای شدن نیز مربوط به نمونه پرتودهی شده از فاصله ۱۰ سانتی‌متری و زمان سیرکولاسیون ۲۰ دقیقه بود که می‌تواند مرتبط با پتانسیل بیشتر اشعه در غیرفعال کردن موثرتر آنزیم پلی‌فنل اکسیداز باشد. آنزیم پلی‌فنل اکسیداز با اکسیداسیون ترکیبات مختلف فنلی و پلیمریزاسیون بعدی آنها منجر به تشکیل رنگدانه‌های قهوه‌ای نامطلوب می‌شوند. علاوه بر این، مقدار زیاد اکسیژن موجود در آب میوه در نتیجه پمپ کردن و گردش آب میوه در سامانه، باعث تسریع واکنش قهوه‌ای شدن در آب میوه می‌شود [۹].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-04]

[DOI: 10.52547/fsct.18.117.307]

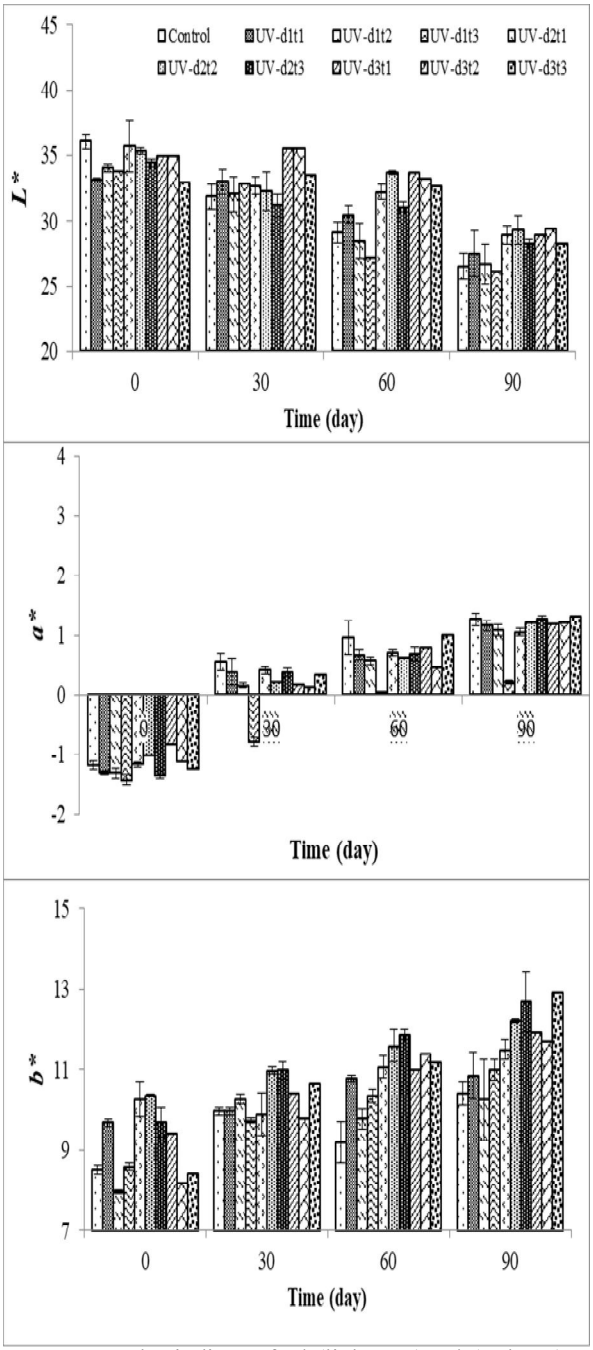

Fig 3 Color indices of L^* (lightness), a^* (redness), and b^* (yellowness) of lemon juice irradiated with UV-C at different conditions and stored for 90 days at room temperature. Abbreviations d1, d2, and d3 indicated the distance of 10, 20, and 30 cm of the UV-C lamps from the surface of the lemon juice, respectively; t1, t2, and t3 indicated the circulation time of 10, 20, and 30 minutes of lemon juice in the continuous UV-C system, respectively.

همانطور که نتایج نشان داد میزان قهوه‌ای شدن نمونه‌های پرتودهی شده بیشتر از نمونه کنترل بود؛ زیرا با وجود غیرفعال شدن آنزیم پلی فنل اکسیداز توسط تابش فرابنفش، اکسایش مستقیم ترکیبات توسط تابش اشعه یا به عبارتی اکسایش نوری می‌تواند قهوه‌ای شدن آب میوه را تسریع نماید. در طی تابش فرابنفش، تخریب رنگدانه‌های اولیه و تشکیل ترکیبات جدید مستعد شرکت در واکنش‌های قهوه‌ای شدن گزارش شده است [۱۰].

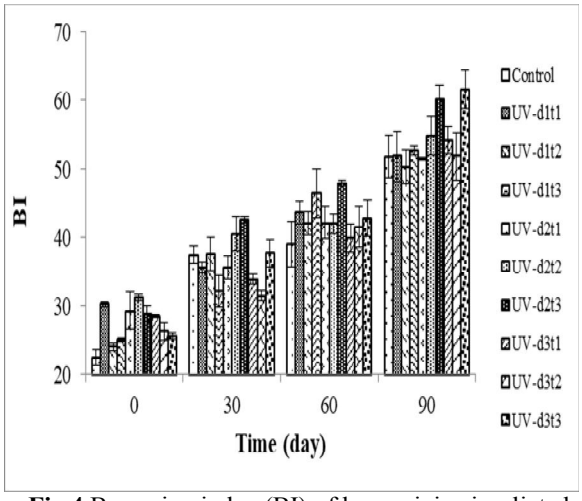

Fig 4 Browning index (BI) of lemon juice irradiated with UV-C at different conditions and stored for 90 days at room temperature. Abbreviations d1, d2, and d3 indicated the distance of 10, 20, and 30 cm of the UV-C lamps from the surface of the lemon juice, respectively; t1, t2, and t3 indicated the circulation time of 10, 20, and 30 minutes of lemon juice in the continuous UV-C system, respectively.

ظاهر یکی از مهم¬ترین ویژگی¬های کیفی در مواد غذایی تازه و فرآوری شده و بازاریابی آن¬ها می¬باشد. شاخص‌های رنگ L*، a* و b* به طور معمول در صنعت مواد غذایی مورد استفاده قرار می¬گیرد [۱۱]. در ارتباط با تاثیر تابش فرابنفش همراه با حرارت‌دهی ملایم بر ویژگی‌های کیفی آب گریپ‌فروت مشخص شد که شاخص‌های L* و a* بعد از پرتودهی و فرآوری ملایم افزایش و شاخص b* کاهش یافت. چنین نتایجی برای نمونه‌هایی در معرض واکنش قهوه‌ای شدن معمول است [۱۲]. به علاوه، نتایج مرتبط با میزان قهوه‌ای شدن آب لیمو با نتایج پرتودهی آب پرتقال [۱۳]، آب سیب [۱٤] و آب آناناس [۱۵] مطابقت داشت. اثرات پرتودهی از طریق سازوکارهای

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-04]

[DOI: 10.52547/fsct.18.117.307]

مستقیم و غیرمستقیم اعمال می‌گردد [۱۶]. تابش UV-C از نظر زیستی مهم است زیرا ترکیبات آلی اشباع نشده، یعنی ترکیبات کاملاً اشباع نشده با اتم‌های هیدروژن یا ترکیبات دارای پیوندهای دوگانه مزدوج قادر هستند طول موج‌های بین ۲۰۰ تا ۲۸۰ نانومتر را به طور موثری جذب نمایند. در نتیجه، با برخورد فوتون‌های اشعه فرابنفش به ترکیب آلی و برانگیخته شدن الکترون‌ها، یک حالت ناپایدار در کل ساختار ترکیب آلی ایجاد می‌گردد [۱۷]. همچنین، اشعه فرابنفش با داشتن اثرات فتوشیمیایی غیرمستقیم مانند تشکیل رادیکالهای آزاد قادر است تغییرات ساختاری را القاء نماید [۱۶]. ناپایداری ایجاد شده در ساختار ترکیبات آلی، آنها را مستعد شرکت در واکنش‌های مختلف شیمیایی و بیوشیمیایی می‌نماید که ممکن است رنگ فرآورده به واسطه تجزیه رنگدانه‌ها یا واکنش‌های قهوه‌ای شدن تغییر نماید. رادیکال‌های آزاد ممکن است موجب شکسته شدن پیوندهای موجود در ساختار رنگدانه‌های آب لیمو (عمدتاً ترکیبات فلاونوئیدی) گردند و در نتیجه رنگ آب لیمو تغییر نماید [۱۸].

۳-۲- تاثیر پرتودهی فرابنفش و نگه‌داری بر pH، اسیدیته و مواد جامد محلول آب لیمو

نتایج تجزیه واریانس pH آب لیمو نشان داد اثر متقابل دز تابش، زمان گردش آب لیمو در سامانه و زمان نگه‌داری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد.

بر اساس شکل ۵، کمترین میزان pH در نمونه پرتودهی شده با زمان گردش ۳۰ دقیقه مشاهده شد.

به طور کلی این شاخص در نمونه‌های آب لیموی شاهد و پرتودهی شده دارای نوسان‌هایی در طی دوره نگه‌داری بود و از روند مشخصی تبعیت نمی‌کرد. نتایج بدست آمده با نتایج مطالعات قبلی در مورد پرتودهی آب پرتقال [۱۳] و آب سیب [۱۴] همخوانی داشت. کاهش میزان pH و افزایش اسیدیته قابل تیتر می‌تواند در ارتباط با فعالیت برخی میکروارگانیسم‌های تولید کننده اسید باشد [۱۹].

نتایج بررسی میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) آب لیمو در طی دوره نگه‌داری نشان داد این شاخص تحت تأثیر زمان گردش و زمان نگه‌داری و همچنین اثر متقابل اشعه فرابنفش و زمان گردش در سطح احتمال ۵ درصد قرار گرفت.

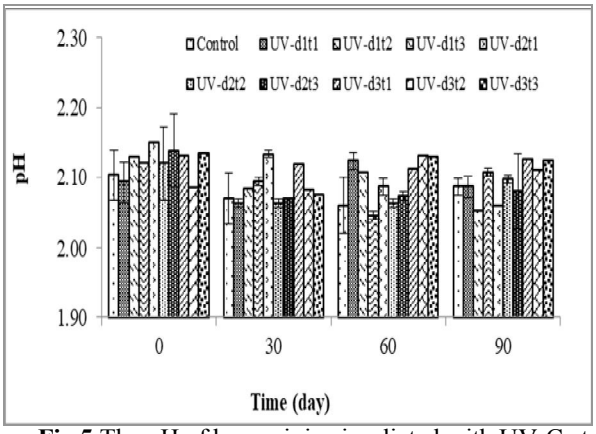

Fig 5 The pH of lemon juice irradiated with UV-C at different conditions and stored for 90 days at room temperature. Abbreviations d1, d2, and d3 indicated the distance of 10, 20, and 30 cm of the UV-C lamps from the surface of the lemon juice, respectively; t1, t2, and t3 indicated the circulation time of 10, 20, and 30 minutes of lemon juice in the continuous UV-C system, respectively.

همانندpH ، این شاخص نیز در نمونه‌های آب لیموی شاهد و پرتودهی شده دارای نوسان‌هایی در طی دوره نگه‌داری بود و از روند مشخصی تبعیت نمی‌کرد (شکل ٦).

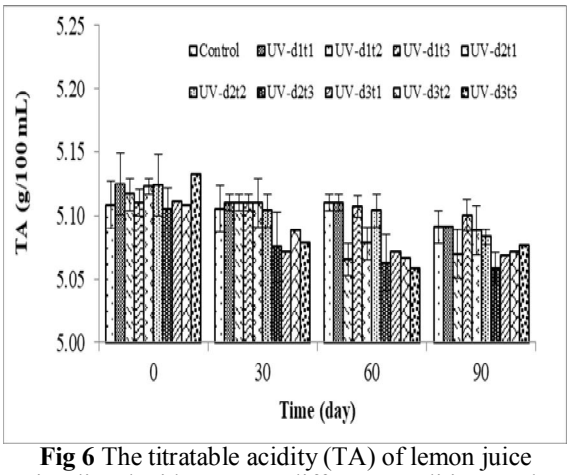

Fig 6 The titratable acidity (TA) of lemon juice irradiated with UV-C at different conditions and stored for 90 days at room temperature. Abbreviations d1, d2, and d3 indicated the distance of 10, 20, and 30 cm of the UV-C lamps from the surface of the lemon juice, respectively; t1, t2, and t3 indicated the circulation time of 10, 20, and 30 minutes of lemon juice in the continuous UV-C system, respectively.

کایا و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که استفاده از تیمار فرابنفش همراه با فرآوری حرارتی در مخلوط آب خربزه و آب لیمو، تغییر معنی‌داری در pH و اسیدیته نمونه تیمار شده در مقایسه با نمونه کنترل ایجاد نکرد [۲۰].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-04]

[DOI: 10.52547/fsct.18.117.307]

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد تیمارهای مورد استفاده در سطوح مختلف تاثیر معنی‌داری بر محتوای مواد جامد محلول نمونه‌های آب لیمو نداشتند. روند تغییرات محتوای مواد جامد محلول نمونه‌های آب لیمو در شکل ۷ نشان داده شده است.

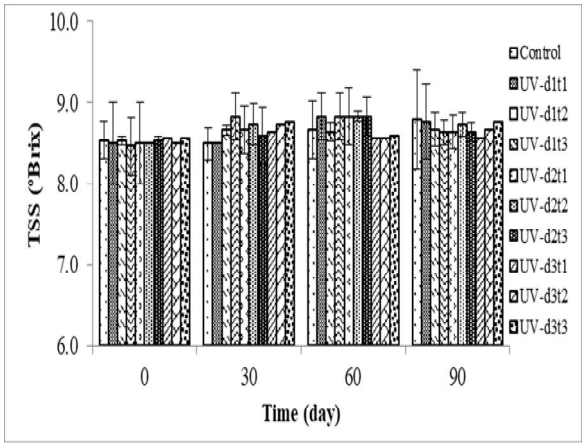

Fig 7 The total soluble solid (TSS) of lemon juice irradiated with UV-C at different conditions and stored for 90 days at room temperature. Abbreviations d1, d2, and d3 indicated the distance of 10, 20, and 30 cm of the UV-C lamps from the surface of the lemon juice, respectively; t1, t2, and t3 indicated the circulation time of 10, 20, and 30 minutes of lemon juice in the continuous UV-C system, respectively.

مطابق با نتایج پژوهش حاضر، بریکس نکتار کیوی در اثر پرتودهی تحت تاثیر قرار نگرفت [۲۱]. در پژوهشی تاثیر تابش فرابنفش همراه با حرارت‌دهی ملایم بر آب گریپ فروت نشان داد تیمارهای اعمالی هیچ گونه تاثیر معنی‌داری ($p>0.05$) بر محتوای مواد جامد نمونه‌ها نداشتند [۱۲].

۳-۳- تاثیر پرتودهی و نگه‌داری بر محتوای اسید آسکوربیک آب لیمو

اثر متقابل تابش فرابنفش، زمان گردش آب لیمو و زمان نگه‌داری بر محتوای ویتامین ث (اسید آسکوربیک)، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. نتایج نشان داد بلافاصله بعد از پرتودهی، با کاهش فاصله لامپ از سطح آب میوه و افزایش زمان گردش محتوای اسید آسکوربیک به صورت معنی‌داری کاهش یافت. در انتهای دوره نگه‌داری، بیشترین محتوای اسید آسکوربیک به ترتیب در نمونه شاهد (۲۰/۷۲) و نمونه آب لیموی پرتودهی شده از فاصله ۳۰ سانتی‌متری و زمان گردش ۳۰ دقیقه (۱۵/۹۲) مشاهده شد. همچنین بیشترین کاهش محتوای اسید آسکوربیک مرتبط با نمونه پرتودهی شده از فاصله ۱۰ سانتیمتری و زمان گردش ۳۰ دقیقه بود (شکل ۸).

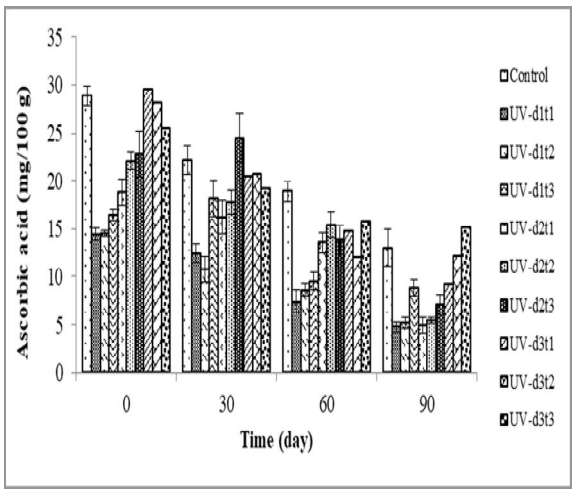

Fig 8 The ascorbic acid (AA) content of lemon juice irradiated with UV-C at different conditions and stored for 90 days at room temperature. Abbreviations d1, d2, and d3 indicated the distance of 10, 20, and 30 cm of the UV-C lamps from the surface of the lemon juice, respectively; t1, t2, and t3 indicated the circulation time of 10, 20, and 30 minutes of lemon juice in the continuous UV-C system, respectively.

یکی از مهم‌ترین خصوصیات کیفی آب لیمو، وجود مقدار قابل توجه اسید آسکوربیک یا همان ویتامین C در آن است. در صورت کاهش محتوای اسید آسکوربیک به جرأت می‌توان گفت کیفیت آب لیمو نیز به همان نسبت کاهش پیدا کرده است. به عبارتی اسید آسکوربیک شاخصی برای ارزیابی تاثیر روش‌های مختلف فرآوری و نگه‌داری می‌باشد. نتایج نشان داد پرتودهی فرابنفش، زمان گردش و نگه‌داری سبب کاهش معنی‌دار اسید آسکوربیک شد که با نتایج پژوهش‌های انجام گرفته در مورد آب گریپ فروت [۱۲]، آب پرتقال [۱۳]، آب سیب [۱٤] و آب آناناس [۱۵] مطابقت داشت. در این راستا، پرتودهی سبب کاهش ۱۷ درصدی محتوای اسید آسکوربیک آب آناناس گردید [۱۵]. همچنین میزان کاهش محتوای اسید آسکوربیک در آب سیب پرتودهی شده ۱۰ درصد بود [۱٤]. اشعه فرابنفش یک فناوری

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-04]

[DOI: 10.52547/fsct.18.117.307]

غیرحرارتی است که به عنوان تابش غیریونیزه کننده شناخته می‌شود و برخلاف تابش‌های یونیزه کننده مانند تابش گاما، باقیمانده رادیواکتیو در محصول غذایی ایجاد نمی‌کند [۱۶]. اما این اشعه با وجود غیریونیزه کننده بودن می‌تواند سبب کاهش محتوای ترکیبات آلی از جمله ویتامین‌ها در مواد غذایی گردد. کاهش محتوای ویتامین‌ها می‌تواند بواسطه جذب انرژی فوتون‌های تابش فرابنفش توسط این ترکیبات و برانگیخته شدن الکترون‌ها و در نهایت ناپایدار شدن آنها باشد. همچنین القاء تشکیل رادیکال آزاد در نتیجه اثرات فتوشیمیایی غیرمستقیم تابش فرابنفش، عاملی دیگری است که سبب تسریع تجزیه ویتامین‌ها می‌گردد [۱۶، ۱۷]. در واقع، رادیکال‌های آزاد با ویتامین‌ها واکنش داده که در نتیجه این واکنش ساختار یا فعالیت آن‌ها تغییر می‌نماید. میزان از دست رفتن ویتامین‌ها تحت تاثیر عواملی از قبیل نوع ماده غذایی، شدت و طول موج پرتودهی، نوع سامانه فرابنفش و دمای فرآوری می‌باشد. با این وجود، از دست رفتن ویتامین‌ها تقریبا همیشه با افزایش دز پرتودهی افزایش یافته و حتی تجزیه ویتامین‌ها بعد از پرتودهی نیز ادامه می‌یابد [۱۶، ۲۲].

۳-٤- تاثیر پرتودهی فرابنفش و نگه‌داری بر ویژگی‌های حسی آب لیمو

میزان مقبولیت یک محصول فرآوری شده از دید مصرف کننده بسیار حائز اهمیت است. لذا ارزیابی حسی به منظور سنجش ویژگی‌های حسی محصول از جمله رنگ ظاهری، عطر و بو، طعم و مزه و پذیرش کلی انجام می‌گیرد [۲۳]. بر اساس نتایج، شاخص‌های حسی نمونه‌های پرتودهی شده، بلافاصله پس از پرتودهی مشابه نمونه‌های کنترل بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد شاخص رنگ تحت تاثیر فاصله تابش فرابنفش ($p<0.05$) و زمان گردش آب میوه در سامانه پرتودهی ($p<0.05$) قرار گرفت. همچنین اثر متقابل فاصله تابش فرابنفش، زمان گردش و زمان نگه‌داری بر شاخص‌های حسی عطر و بو، طعم و مزه و پذیرش کلی آب لیمو در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

نتایج ارزیابی حسی در واقع مشخص کننده میزان پذیرش یا عدم پذیرش یک محصول فرآوری شده از دیدگاه مصرف کننده است و در بحث بازارپسندی از درجه اهمیت بالایی برخوردار است. همان‌طور که در شکل ۹ نشان داده شده است بر اساس امتیاز ارزیاب‌ها، بهترین تیمار از نظر شاخص عطر و بو مربوط به نمونه پرتودهی شده از فاصله ۲۰ سانتی‌متری و زمان گردش ۳۰ دقیقه بود. همچنین کمترین امتیاز حسی عطر و بو به نمونه پرتودهی شده از فاصله ۳۰ سانتی‌متری و زمان گردش ۳۰ دقیقه تعلق گرفت. بیشترین امتیاز حسی طعم و مزه در انتهای دوره نگه‌داری به نمونه آب لیموی پرتودهی شده از فاصله ۲۰ سانتی‌متری و زمان گردش ۲۰ دقیقه تعلق گرفت. همچنین ارزیاب‌ها کمترین امتیاز حسی طعم و مزه را به تیمار شاهد در انتهای دوره نگه‌داری اختصاص دادند. از نظر ارزیاب‌ها، بهترین رنگ (یا به عبارتی رنگ شفاف‌تر و روشن‌تر) مربوط به نمونه پرتودهی شده از فاصله ۳۰ سانتی‌متری و زمان گردش ۳۰ دقیقه بود. به علاوه، کمترین امتیاز رنگ ظاهری به نمونه آب لیموی پرتودهی شده از فاصله ۳۰ سانتی‌متری با زمان گردش ۱۰ دقیقه تعلق گرفت.

میزان مقبولیت یا پذیرش کلی از نظر مصرف کننده به آب لیموی پرتودهی شده از فاصله ۲۰ سانتی‌متری و زمان گردش ۳۰ دقیقه تعلق گرفت، در حالیکه کمترین میزان پذیرش کلی مربوط به نمونه پرتودهی شده از فاصله ۱۰ سانتی‌متری و زمان گردش ۳۰ دقیقه بود. کایا و همکاران (۲۰۱۵) بیان داشتند که پرتودهی همراه با تیمار حرارت‌دهی سبب کاهش بار میکروبی و حفظ کیفیت بهتر آب خربزه حاوی آب لیمو در دمای نگه‌داری ٤ درجه سلسیوس گردید و ماندگاری نمونه‌های فرآوری شده ترکیبی، از ۲ روز به ۳۰ روز افزایش پیدا کرد [۱۹]. در پژوهشی دیگر، تاثیر تابش فرابنفش و حرارت‌دهی بر نمونه‌های آب هویج نشان داد رنگ آب میوه تیمار شده با تابش فرابنفش نسبت به نمونه تیمار شده با حرارت در طی دوره نگه‌داری بهتر حفظ شد. بنابراین، تابش فرابنفش به علت مزایایی از قبیل کم هزینه بودن، سازگار بودن با محیط زیست، توانایی غیر فعال‌سازی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و عامل فساد همراه با حفظ ویژگی‌های کیفی، به عنوان جایگزین پاستوریزاسیون حرارتی آب هویج پیشنهاد شد [۵].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-04]

[DOI: 10.52547/fsct.18.117.307]

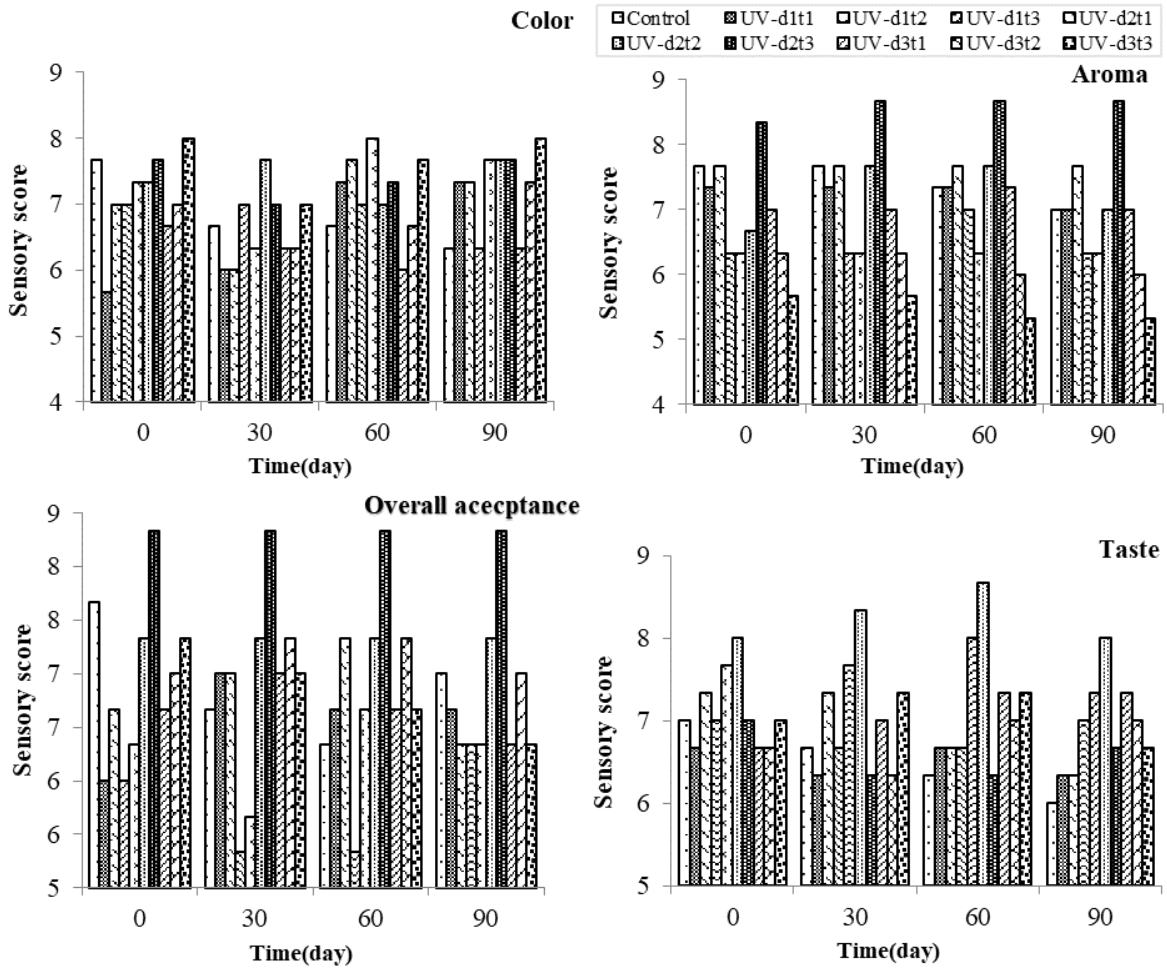

Fig 9 The sensory attributes of color, aroma, taste, and overall acceptance of lemon juice irradiated with UV-C at different conditions and stored for 90 days at room temperature. Abbreviations d1, d2, and d3 indicated the distance of 10, 20, and 30 cm of the UV-C lamps from the surface of the lemon juice, respectively; t1, t2, and t3 indicated the circulation time of 10, 20, and 30 minutes of lemon juice in the continuous UV-C system, respectively.

٤- نتیجه‌گیری

در این پژوهش تأثیر تابش فرابنفش، زمان گردش آب میوه در سامانه و زمان نگه‌داری بر برخی ویژگی‌های کیفی آب لیموی تازه بررسی گردید. تابش فرابنفش به علت کاهش احتمالی عوامل فساد می‌تواند منجر به بهبود ویژگی‌های حسی محصول از قبیل رنگ، عطر و بو و طعم و مزه و پذیرش کلی طی دوره نگه‌داری گردد. گرچه تابش فرابنفش با مهار فعالیت آنزیم‌های مرتبط با واکنش‌های قهوه‌ای شدن آنزیمی می‌تواند از تغییر رنگ و کاهش بازارپسندی آب لیمو جلوگیری نماید، اما در پژوهش حاضر میزان قهوه‌ای شدن نمونه‌های پرتودهی شده به دلیل تماس آب میوه با اکسیژن در حین گردش در سامانه و همچنین تاثیر تابش فرابنفش در ناپایدار شدن ساختار ترکیبات آلی به صورت معنی‌داری بیشتر از نمونه کنترل بود. باید در نظر داشت که به دلیل کاهش قابل توجه محتوای اسید آسکوربیک تحت تاثیر پرتو فرابنفش و اهمیت میزان این فاکتور در آب لیمو، سامانه طراحی شده در این پژوهش برای افزایش زمان ماندگاری و حفظ کیفیت آب لیموی تازه مناسب نبود؛ مگر اینکه با تغییراتی در سامانه از جمله گردش آب میوه در یک سیستم بسته و یا اعمال خلاء نسبی، میزان کاهش این ترکیب را به حداقل رساند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-04]

[DOI: 10.52547/fsct.18.117.307]

۵- منابع

[1] Mohanapriya, M., Ramaswamy, L., & Rajendran, R. 2013. Health and medicinal properties of lemon (Citrus limonum). International Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine, 3(1): 1095-1100.

[2] Fenoglio, D., Ferrario, M., Schenk, M., & Guerrero, S. 2020. Effect of pilot-scale UV-C light treatment assisted by mild heat on E. coli, L. plantarum and S. cerevisiae inactivation in clear and turbid fruit juices. Storage study of surviving populations. International Journal of Food Microbiology, 332: https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108767.

[3] Fenoglio, D., Ferrario, M., Schenk, M., & Guerrero, S. 2019. UV-C light inactivation of single and composite microbial populations in tangerine-orange juice blend. Evaluation of some physicochemical parameters. Food and Bioproducts Processing, 117: 149-159.

[4] Kaya, Z. & Unluturk, S. 2019. Pasteurization of verjuice by UV‐C irradiation and mild heat treatment. Journal of Food Process Engineering, 42(5): https://doi.org/10.1111/jfpe.13131.

[5] Gouma, M., Álvarez, I., Condón, S., & Gayán, E. 2020. Pasteurization of carrot juice by combining UV-C and mild heat: Impact on shelf-life and quality compared to conventional thermal treatment. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 64(102362. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102362.(

[6] Akhavan, H.R. & Barzegar, M., Food Analysis: Theory and Methods. 2019: Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.

[7] Alizadeh, H.-R., Mortezapour, H., Akhavan, H.-R., & Balvardi, M. 2020. Physicochemical changes of barberry juice concentrated by liquid desiccant-assisted solar system and conventional methods during the evaporation process. Journal of Food Science and Technology: 1-12.

[8] Kumar, A., Ganjyal, G.M., Jones, D.D., & Hanna, M.A. 2006. Digital image processing for measurement of residence time distribution in a laboratory extruder. Journal of Food Engineering, 75(2): 237-244.

[9] Müller, A., Noack, L., Greiner, R., Stahl, M.R., & Posten, C. 2014. Effect of UV-C and UV-B treatment on polyphenol oxidase activity and shelf life of apple and grape juices. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 26: 498-504.

[10] Falguera, V., Garza, S., Pagán, J., Garvín, A., & Ibarz, A. 2013. Effect of UV–Vis irradiation on enzymatic activities and physicochemical properties of four grape musts from different varieties. Food and Bioprocess Technology, 6(8): 2223-2229.

[11] Pathare, P.B., Opara, U.L., & Al-Said, F.A.-J. 2013. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. Food and bioprocess technology, 6(1): 36-60.

[12] La Cava, E.L.M. & Sgroppo, S.C. 2019. Combined effect of UV-C light and mild heat on microbial quality and antioxidant capacity of grapefruit juice by flow continuous reactor. Food and Bioprocess Technology, 12(4): 645-653.

[13] Gómez-López, V., Orsolani, L., Martínez-Yépez, A., & Tapia, M. 2010. Microbiological and sensory quality of sonicated calcium-added orange juice. LWT-Food Science and Technology, 43(5): 808-813.

[14] Noci, F., Riener, J., Walkling-Ribeiro, M., Cronin, D., Morgan, D., & Lyng, J. 2008. Ultraviolet irradiation and pulsed electric fields (PEF) in a hurdle strategy for the preservation of fresh apple juice. Journal of Food Engineering, 85(1): 141-146.

[15] Sew, C.C., Ghazali, H.M., Martín-Belloso, O., & Noranizan, M.A. 2014. Effects of combining ultraviolet and mild heat treatments on enzymatic activities and total phenolic contents in pineapple juice. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 26: 511-516.

[16] Delorme, M.M., Guimarães, J.T., Coutinho, N.M., Balthazar, C.F., Rocha, R.S., Silva, R., Margalho, L.P., Pimentel, T.C., Silva, M.C., & Freitas, M.Q. 2020. Ultraviolet radiation: An interesting technology to preserve quality and safety of milk and dairy foods. Trends in Food Science & Technology, 102: 146-154.

[17] Cutler, T.D. & Zimmerman, J.J. 2011. Ultraviolet irradiation and the mechanisms underlying its inactivation of infectious agents.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-04]

[DOI: 10.52547/fsct.18.117.307]

Animal Health Research Reviews, 12(1): 15-23.
[18] Lee, J.W., Kim, J.K., Srinivasan, P., Choi, J.-i., Kim, J.H., Han, S.B., Kim, D.-J., & Byun, M.W. 2009. Effect of gamma irradiation on microbial analysis, antioxidant activity, sugar content and color of ready-to-use tamarind juice during storage. LWT-Food Science and Technology, 42(1): 101-105.
[19] Zhao, L., Wang, S., Liu, F., Dong, P., Huang, W., Xiong, L., & Liao, X. 2013. Comparing the effects of high hydrostatic pressure and thermal pasteurization combined with nisin on the quality of cucumber juice drinks. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 17: 27-36.
[20] Kaya, Z., Yıldız, S., & Ünlütürk, S. 2015. Effect of UV-C irradiation and heat treatment on the shelf life stability of a lemon–melon juice blend: multivariate statistical approach. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 29: 230-239.
[21] Harder, M., De Toledo, T., Ferreira, A., & Arthur, V. 2009. Determination of changes induced by gamma radiation in nectar of kiwi fruit (Actinidia deliciosa). Radiation Physics and Chemistry, 78(7-8): 579-582.
[22] Bisht, B., Bhatnagar, P., Gururani, P., Kumar, V., Tomar, M.S., Sinhmar, R., Rathi, N., & Kumar, S. 2021. Food irradiation: Effect of ionizing and non-ionizing radiations on preservation of fruits and vegetables–a review. Trends in Food Science & Technology, 114: 372–385.
[23] López-Rubira, V., Conesa, A., Allende, A., & Artés, F. 2005. Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C. Postharvest biology and technology, 37(2): 174-185.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-04]

[DOI: 10.52547/fsct.18.117.307]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Evaluation of the effect of continuous ultraviolet irradiation system on quality characteristics of lemon juice

Pourhosseinali, A.[1], Jafari Naeimi, K.[2], Akhavan, H. R.[3*], Mortezapour, H.[2]

1 MSc. Graduate., Department of Mechanical Engineering of Bio-systems, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
2 Associate Professor, Department of Mechanical Engineering of Bio-systems, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
3 Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2021/ 05/ 12
Accepted 2021/ 07/ 03

Keywords:

Lemon juice,
Ultraviolet radiation,
Quality characteristics,
Shelf life.

DOI: 10.52547/fsct.18.08.24

*Corresponding Author E-Mail: hr.akhavan@uk.ac.ir

ABSTRACT

Ultraviolet radiation is one of the environmentally friendly methods that was used in the present study to process lemon juice. The designed UV system had five UV-C lamps and irradiation was performed based on the distance of the lamps (10, 20, and 30 cm) from the fluid layer and the circulation time (10, 20, and 30 minutes) of lemon juice in the system. Non-irradiated sample was also considered as a control treatment. The control and irradiated samples were filled in dark polyethylene bottles and stored at ambient temperature for 90 days. Immediately after irradiation and during the storage period, parameters such as pH, titratable acidity, total soluble solids, ascorbic acid content, color indices (L^*, a^*, and b^*) and browning index, as well as sensory attributes (color, taste, aroma, and overall acceptance) were evaluated. The pH, acidity, and total soluble solids did not show a definite trend. The results showed that among the color indices, L^* decreased significantly, but a^* and b^* increased significantly during the storage period. The rate of color changes in irradiated samples from a distance of 10 cm was higher than other treatments. Irradiation also significantly reduced the ascorbic acid content of irradiated samples from a distance of 10 cm compared to other samples and control. However, the browning of irradiated samples from 10 cm distance was significantly less than that of irradiated samples from 20 and 30 cm distance. The score of the panelists indicated that irradiation and storage time altered the quality characteristics of lemon juice. The panelists' scores showed more acceptance of irradiated samples from 20 and 30 cm distance compared to irradiated samples from 10 cm distance. In general, the designed system in this study is not recommended for lemon juice processing due to the destructive effect of UV-C radiation on the content of ascorbic acid.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-04]

[DOI: 10.52547/fsct.18.117.307]