اثر پرتودهی بر ویژگی‌های عملکردی صمغ کتیرا

نویسندگان: ندا ملاخلیلی میبدی[۱]، محمدامین محمدی‌فر[۲]

۱. دانشجوی دکترای علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی،دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران

۲. نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تلفن تماس: ۰۹۱۲۵۶۹۷۶۶۵ Email: mohamdif@ut.ac.ir

طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی
دانشکده بهداشت یزد
سال پانزدهم
شماره: ششم
بهمن و اسفند ۱۳۹۵
شماره مسلسل: ۶۰

تاریخ وصول: ۱۳۹۳/۲/۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۵

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: پرتودهی، یک تیمار فیزیکی است که طی آن به منظور بهبود ایمنی و کیفیت، محصول را در معرض پرتوهای یونیزان نظیر پرتوهای گاما و ایکس قرار می دهند. هیدروکلوئیدها، ترکیباتی هستند که به منظور بهبود ویژگی‌های بافتی در صنایع غذایی اهمیت زیادی دارند. عملکرد هیدروکلوئیدها به ویژگی هایی ساختاری این ترکیبات بستگی دارد. قرار گیری در معرض پرتو، ممکن است ویژگی‌های ساختاری و عملکردی ترکیبات در معرض را دچار تغییراتی کند. با توجه به اهمیت پرتودهی برای سالم سازی هیدروکلوئیدها در کاربردهای غذایی هدف از این مطالعه بررسی اثر پرتودهی در دوزهای مختلف بر ویژگی‌های عملکردی صمغ کتیرا در کاربردهای غذایی است.

روش بررسی: اثر پرتودهی بر ویژگی‌های رئولوژیکی، پارامترهای توصیف کننده اندازه ذرات، پتانسیل زتا و کشش سطحی پراکنش۰/۵٪ وزنی- وزنی صمغ کتیرای پرتو دیده در دوزهای مختلف (صفر، ۰/۷۵، ۳، ۵ کیلوگری) بررسی شد. به منظور بررسی اثر پرتودهی بر ویژگی‌های رئولوژیکی از رئومتر استفاده شد. اثر پرتودهی بر توزیع اندازه ذرات، پتانسیل زتا و کشش سطحی پراکنش به ترتیب با استفاده از پارتیکل سایزر، زتا سایزر و تنسیومتر تعیین شد. کلیه آزمون‌ها در سه بار تکرار انجام شد. جهت بررسی تأثیر هر یک از فاکتورها از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

یافته‌ها: پرتودهی، ویژگی‌های رئولوژیکی و اندازه ذرات پراکنش محتوی صمغ کتیرا را تغییر می‌دهد، پتانسیل زتا تحت تأثیر پرتودهی در میزان دوز ۰/۷۵ کیلوگری افزایش اما ادامه پرتودهی در دوزهای بالاتر منجر به کاهش آن می‌شود. کشش سطحی پراکنش تحت تأثیر پرتودهی تغییر نمی کند. نتایج حاصل از پارامترهای مورد مطالعه نشان داد، پرتودهی با تغییر ساختار بر عملکرد آن اثر می‌گذارد. میزان این تغییرات به دوز پرتودهی بستگی دارد.

نتیجه‌گیری: پرتودهی صمغ کتیرا، با تأثیر بر ساختار در مواردی ممکن است منجر به بهبود عملکرد شود.

واژه‌های کلیدی: پرتودهی، صمغ کتیرا، ویژگی‌های عملکردی

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]

مقدمه

به طور معمول اکثر مواد غذایی به کمک حرارت و با قرار گرفتن در دامنه حرارتی ۱۰۰-۶۰ درجه سانتیگراد به مدت چند ثانیه تا چند دقیقه سالم‌سازی می‌شوند. طی فرآیند حرارتی، مقدار زیادی انرژی به ماده غذایی منتقل می‌شود که ممکن است منجر به ایجاد واکنش‌های ناخواسته و تغییرات نامطلوب در آن گردد. با توجه به اینکه علاوه بر عمر ماندگاری کیفیت غذا نیز از نظر مصرف‌کننده اهمیت دارد، امروزه روش‌های غیرحرارتی نگهداری مواد غذایی گسترش زیادی یافته‌اند(۱). روشهای غیر حرارتی که امروزه در زمینه سالم‌سازی غذاها استفاده می‌شوند عبارتند از: فشار هیدرواستاتیک بالا(۲)، میدان‌های الکتریکی پالسی(۳)، پالس‌های نوری(۴)، پرتودهی، مواد شیمیایی، مواد بیوشیمیایی.

پرتودهی مواد غذایی نوعی فرآیند سرد برای افزایش ماندگاری غذا محسوب می‌شود که طی سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این روش ضمن اینکه ترکیبات سمی و یا رادیواکتیو در ماده غذایی ایجاد نمی‌کند، نتایج سودمندی نیز به همراه دارد که از جمله آنها می‌توان به افزایش زمان نگهداری محصولات ریشه‌ای، ضدعفونی‌کردن ادویه‌ها، میوه‌ها و غلات، کاهش میکروارگانیسم‌های عامل فساد، تأخیر در رسیدن میوه ها، بهبود خصوصیات حسی مواد غذایی و تخریب یا کاهش میکروارگانیسمهای بیماری زای غیر قابل اجتناب به ویژه عوامل آلوده‌کننده مواد غذایی خام با منشأ گیاهی اشاره نمود(۵). در سال ۱۹۶۰ کمیته‌های FAO/ WHO/ IAEAپرتودهی تامیزان دوز ۱۰ کیلوگری را برای محصولات غذایی مجاز دانستند(۶)، هرچند که در مورد برخی محصولات تا ۷۵ کیلوگری نیز استفاده می‌شود(۷). در حال حاضر این تکنولوژی در مقیاس تجاری در بسیاری از کشورها از جمله کشورهای اروپایی و آسیایی استفاده می‌شود.

با توجه به مقبولیت روز افزون پرتودهی به عنوان یک تکنولوژی با حداقل فراوری (۷)، امروزه این تیمار برای افزودنی‌های غذایی کاربرد زیادی پیدا کرده است.

افزودنی‌های غذایی، ترکیباتی شیمیایی هستند که در فرمولاسیون‌های غذایی با اهداف مختلف نظیر: افزایش طعم، رنگ، طول عمر نگهداری، حفظ و یا تغییر ویژگی‌های رئولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این میان، هیدروکلوئیدها به واسطه جذب شدید آب و در نتیجه تغییر ویژگی‌های رئولوژیکی و بافتی عمده‌ترین کاربرد را در محصولاتی نظیر بستنی‌ها، سس‌ها، سوپ‌ها، نوشیدنی ها و محصولات قنادی دارند(۸).

هیدروکلوئیدها گروهی از پروتئین ها و یا پلی ساکارید ها بوده که می‌تواند منشأ گیاهی حیوانی و یا میکروبی داشته باشند. صمغ کتیرا، از مهمترین تراوه‌های صمغی گیاهی متعلق به خانواده Leguminosae (که مهم‌ترین منطقه تولید آن در ایران است) با HLB معادل ۱۱/۹ یکی از هیدروکلوئیدهای با کیفیت، با کاربرد گسترده در صنایع غذایی است. کتیرا از دو جزء اصلی تشکیل شده است: جزء محلول در آب (تراگاکانتین) و جزء کم محلول در آب (باسورین). ترکیب باسورین و تراگاکانتین، به ویژه در مورد مقدار ارونیک اسید و متوکسیل آنها متفاوت است. البته نسبت جزء محلول به نامحلول نیز در گونه‌های مختلف متفاوت است(۹،۱۰). این صمغ به عنوان یک صمغ آنیونی مقاوم به اسید و حرارت در سال ۱۹۶۱ با میزان استفاده

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]

۰/۲-۱/۳٪ در لیست GRAS قرار گرفت. کمیته کارشناسی مشترکFAO/WHO در زمینه افزودنی‌های مواد غذایی (JECFA)، این صمغ را تحت عنوان ADI not specified (بالاترین رده ارزیابی امنیت غذایی) طبقه‌بندی نمود. کتیرا دارای شماره $E_{۴۱۳}$ در لیست پذیرفته شده توسط اداره ایمنی مواد غذایی اروپا (EFSA) است. این صمغ یک پلیمر کربوهیدراتی هیدروفیل هتروژن شدیداً شاخه‌دار است که در صنایع غذایی به عنوان قوام‌دهنده، عامل ژل‌ساز، جایگزین چربی استفاده می‌شود (۱۱)، ضمن اینکه توانایی کاهش‌دهندگی کشش سطحی و بین سطحی و در نتیجه توانایی پایدارسازی امولسیون‌های روغن در آب را نیز دارد (۱۲).

آماده‌سازی هیدروکلوئیدهای با منشأ گیاهی ممکن است منجر به آلودگی آن گردد. از این رو، پرتودهی می‌تواند راه حل مناسبی برای این آلودگی‌زدایی باشد(۱۳). قرارگیری هیدروکلوئیدها در معرض پرتو می‌تواند ویژگی‌های ساختاری و در نتیجه ویژگی‌های عملکردی مطلوب آنها را دست خوش تغییر قرار دهد.

باتوجه به خصوصیات منحصر به فرد بومی بودن صمغ کتیرای ایران که از لحاظ اقتصادی به صرفه وحائز اهمیت است و با توجه به روند رو به رشد انجام تحقیقات برای کاربرد هرچه بیشتر گونه‌های مختلف آن به عنوان افزودنی در صنایع مختلف و معرفی توانایی این صمغ در مقایسه با سایر هیدروکلوئیدها و لزوم ایمن بودن آن در کاربردهای غذایی هدف از پژوهش تجربی حاضر، بررسی اثر پرتودهی در دوزهای معین صفر، ۰/۷۵، ۳، ۵ کیلوگری بر ویژگی‌های رئولوژیکی، پارامترهای توصیف‌کننده اندازه ذرات، پتانسیل زتا و کشش سطحی پراکنش محتوی ۰/۵٪ وزنی- وزنی صمغ کتیراست.

روش بررسی

صمغ کتیرا به صورت نواری(مفتولی)، تراویده از گون گونه آستراگالوس گوسیپینوس به کمک کارشناسان اداره کل منابع طبیعی از استان اصفهان جمع آوری شد. مواد شیمیایی دیگر (سدیم آزید) از شرکت مرک (Merk, Germany) خریداری شد. صمغ کتیرای پودر شده با ابعاد ۲۰۰ تا ۵۰۰ میکرون، پرتودهی شد. عمل پرتودهی با $Co^{۶۰}$ توسط دستگاه گاما سل ۲۲۰ با میزان دوز ۳/۴۱ Gy/ sec و اکتیویته ۱۳۹۲۲ Ci انجام شد.

پرتودهی در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و در دوزهای ۰، ۰/۷۵، ۳، ۵ کیلوگری انجام شد .پراکنش‌های صمغ کتیرا با حل نمودن ۰/۵٪ وزنی- وزنی از پودر صمغ کتیرای پرتو دیده در دوزهای مختلف در۹۹/۵ گرم آب دیونیزه تحت هم زدن آرام در دمای محیط به مدت ۲ ساعت، با استفاده از همزن مگنت دار، تهیه شدند. سپس برای اطمینان از آبگیری کامل، به مدت ۲۴ ساعت در دمای یخچالی نگه داری شدند.

پایش پارامترهای توصیف کننده اندازه ذرات موجود در سامانه، بر اساس تکنیک تفرق نور لیزر، با استفاده از دستگاه آنالیزگر اندازه ذرات (فرانسه، Cilac Particle Size Analyser ۱۰۹۰)، مجهز به نور لیزر هلیم- نئون (طول موج ۶۳۵ نانومتر) انجام شد. به منظور ممانعت از تفرق چندگانه نمونه‌ها به نسبت۱:۱۰۰ با آب دیونیزه رقیق شدند (obscuration=۵-۸). نتایج حاصل توسط نرم‌افزار دستگاه پارتیکل سایزر و بر اساس

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]

مدل فرانهوفر در قالب شاخص‌های D(۴،۳)، D.۹/، D.۵/، D.۱/ گزارش شده است. D.۹/، D.۵/، D.۱/ به ترتیب نمایانگر ۹۰٪، ۵۰٪، ۱۰٪ ذرات موجود دارای قطری کمتر از مقدار داده شده هستند. D (۳،۴) میانگین مبتنی بر حجم ذرات است.

$$D[4,3] = \sum n_i d_i^4 \Big/ \sum n_i d_i^3 \quad (1)$$

که n تعداد گویچه‌های با قطر d_i است.

مقدار Span نیز به عنوان معیاری از پهنای توزیع اندازه ذرات حول D.۵/ محاسبه و گزارش گردید.

$$Span = \frac{D_{.9} - D_{.1}}{D_{.5}} \quad (2)$$

کلیه آزمون ها با استفاده از دستگاه رئومتر چرخشی Physica MCR ۳۰۱ (اتریش، Anton Paar) مجهز به سامانه تنظیم دمای Peltier Plate و سیرکولاتور آب با حساسیت۰/۰۱ ± با به کار گیری ژئومتری استوانه هم محور (CC۲۷) انجام شد. هم چنین، برای جلوگیری از تبخیر حلال، نمونه ها در طول آزمایش با تله حلال(Solvent Trap) پوشانده شدند. به منظور سنجش پایداری و تعیین ویژگی‌های رئولوژیک سامانه امولسیونی، آزمون‌های انجام شده به شرح زیر است.

ویسکوزیته نمونه ها در محدوده سرعت برشی s^{-1} ۰/۰۵-۱۰۰۰ در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد اندازه گیری شد. سپس مدل پاورلا بر داده‌های تجربی به دست آمده در محدوده سرعت برش‌های میانی برازش و مقادیر اندیس رفتار جریان (n) و ضریب قوام (m) تعیین شد.

$$\mu_a = m \dot{\gamma}^{n-1} \mu_a \quad (3)$$

(Pa.s): ویسکوزیته ظاهری

m: ضریب قوام ($Pa.s^n$)

$\dot{\gamma}$: سرعت برشی (S^{-1})

n: اندیس رفتار جریان (بدون واحد)

مقادیر مدول‌های الاستیک و ویسکوز در محدوده کرنش(٪۶۰۰-۰/۱) ، فرکانس ۱Hz و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد تعیین شد. از نتایج به دست آمده در تعیین محدوده ویسکوالاستیک خطی(γ_L)، قدرت ساختار (G'_{LVE})، تانژانت افت در ناحیه خطی ویسکوالاستیک، تنش حد متناظر با انتهای ناحیه خطی(τ_y)، تنش حد متناظر با نقطه جریان (τ_f) برای نمونه‌های تهیه شده در حضور صمغ کتیرای پرتو دیده در دوزهای مختلف انجام شد. با توجه به نتایج، از کرنش۰/۸٪ به منظور انجام آزمون روبش فرکانس استفاده شد.

آزمون روبش فرکانس در محدوده (۵۰Hz- ۰/۰۵)، در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به منظور تعیین ویژگی‌های رئولوژیک دینامیک نظیر الاستیک و ویسکوز انجام شد. داده‌های حاصل از آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، تجزیه و تحلیل شد. جهت بررسی تاثیر هر یک از فاکتورها از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه استفاده شد. مقایسه میانگین‌های صفاتی که اثر تیمار بر آن معنی‌دار بود با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. رسم نمودارهای رئولوژی با استفاده از نرم‌افزار Excel (مدل ۲۰۰۷، Microsoft، آمریکا) صورت گرفت. برای توصیف داده‌های به دست آمده از آزمون‌های رئولوژیک پایا، از نمودارهای تجربی و نیز برازش مدل مناسب بر داده‌های تجربی در آزمون‌های انجام گرفته از نسخه ۳/۲۱ نرم‌افزار Rheoplus (آنتون پار، آلمان) استفاده شد. برای تعیین کیفیت برازش نیز از R^2 و SD استفاده شد.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]

کلیه ملاحظات اخلاقی مربوط به این مقاله طبق بیانه هلسینکی رعایت گردیده است.

یافته‌ها

توزیع اندازه ذرات: پارامترهای توصیف کننده توزیع اندازه ذرات پراکنش‌های محتوی ۰/۵ ٪ وزنی- وزنی صمغ کتیرای پرتو دیده در دوزهای مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. مقادیر $D_{(4,3)}$، $D_{0.9}$، $D_{0.5}$، $D_{0.1}$ از توزیع مبتنی بر حجم بدست آمد. پرتودهی در تمام دوزها منجر به کاهش معنی‌داری در این مقادیر می‌شود. البته پرتودهی در میزان دوز ۰/۷۵ کیلوگری $D_{0.1}$ را تا حدودی افزایش می‌دهد. به منظور تعیین تأثیر پرتودهی بر میزان پراکندگی اندازه ذرات بزرگ، مقدار span مطابق با رابطه (۲) برای توزیع مبتنی بر حجم محاسبه و در جدول ۱ گزارش شد. مطالعه اثر پرتودهی بر پلی دیسپرسیتی سامانه (span)، حاکی از آن است که پرتودهی تا میزان دوز ۰/۷۵ کیلوگری، پلی دیسپرسیتی سامانه محتوی آن را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد ($p< ۰/۰۵$). ادامه پرتودهی در میزان دوز ۳ کیلوگری، اگرچه پارامترهای توصیف‌کننده اندازه ذرات را به میزان بیشتری کاهش می‌دهد، اما تأثیر معنی‌داری بر پلی دیسپرسیتی سامانه ندارد. حضور صمغ کتیرای پرتودیده در میزان دوز ۵ کیلوگری پلی دیسپرسیتی پراکنش را افزایش می‌دهد. این مقدار در مقایسه با پراکنش‌های محتوی صمغ کتیرای پرتو ندیده نیز بیشتر است.

ویژگی‌های رئولوژیکی: آزمون تعیین رفتار جریان (تعیین ویسکوزیته تابع سرعت برشی):تغییرات ویسکوزیته ظاهری پراکنش‌های محتوی صمغ کتیرای پرتو دیده در دوزهای مختلف با سرعت برشی در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد در نمودار ۱ نشان داده شده است.

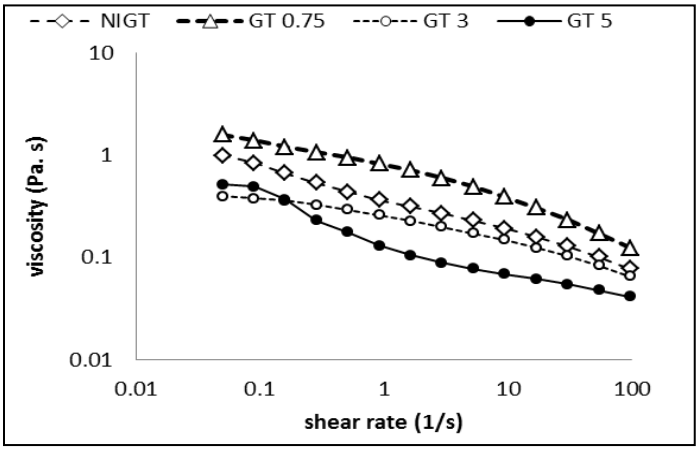
نتایج حاکی از آن است که رفتار جریانی همه نمونه‌ها سودوپلاستیک است، به عبارت دیگر با افزایش سرعت برشی ویسکوزیته ظاهری همه نمونه‌ها کاهش می‌یابد. مقایسه رفتار جریانی سامانه ها نشان می‌دهد، پرتودهی صمغ کتیرا در میزان دوز ۰/۷۵ کیلوگری، مقدار ویسکوزیته را در تمام محدوده سرعت برشی افزایش می‌دهد. ادامه پرتودهی در دوزهای بالاتر این میزان را کاهش می‌دهد.

جدول۱: پارامترهای توصیف‌کننده اندازه ذرات در دیسپرسیون ۰/۵٪ کتیرای پرتودیده در دوزهای مختلف

دوز پرتودهی (کیلوگری)	پارامترها				
	$D_{0.1}$	$D_{0.5}$	$D_{0.9}$	$D_{(4,3)}$	Span
۰	^{c}۶۳	^{a}۲۶۷	^{a}۴۹۶	^{a}۲۷۰	^{c}۱/۶۲
۰/۷۵	^{a}۱۰۴/۳۸	^{b}۲۵۱/۳	^{b}۴۳۹	^{b}۲۶۴	^{d}۱/۳
۳	^{b}۷۴/۰۲	^{c}۲۳۱/۱۷	^{c}۳۹۲/۱۲	^{c}۲۱۸/۰۱	^{b}۱/۳۷
۵	^{d}۵۹/۵	^{d}۱۳۹/۲۶	^{d}۳۳۴/۲۲	^{d}۱۷۵/۷۷	^{a}۱/۹۷

حروف یکسان نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]



نمودار۱: اثر پرتودهی بر ویسکوزیته ظاهری دیسپرسیون ۰/۵ ٪ کتیرا در نرخ برش‌های گوناگون

آزمون روبش کرنش: آزمون روبش کرنش عموماً به منظور تعیین محدوده ویسکوالاستیک خطی جهت استفاده در آزمون روبش فرکانس انجام می‌شود. محدوده ویسکوالاستیک خطی، محدوده‌ای است که در آن مقادیر مدول‌های افت و ذخیره مستقل از کرنش بوده و رفتار سامانه، ویسکوالاستیک برگشت‌پذیر است(۹).

محدوده ویسکوالاستیک خطی برای نمونه‌های تهیه شده در حضور صمغ کتیرای پرتودیده در دوزهای مختلف در نمودار ۲ نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود سامانه محتوی صمغ کتیرای پرتودیده در ۰/۷۵ کیلوگری بالاترین مقادیر مدول‌های دینامیک را داراست. با ادامه پرتودهی در دوزهای بالاتر این مقادیر کاهش می‌یابد.

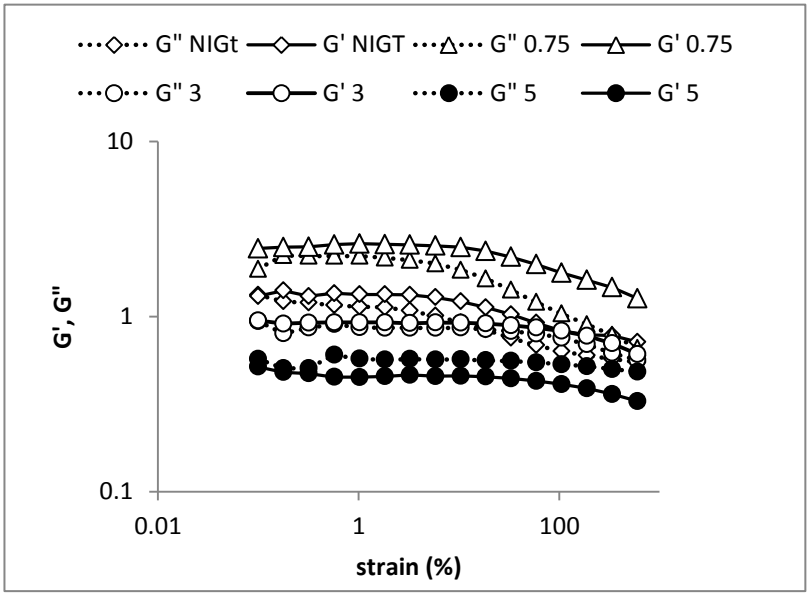
همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود در سامانه‌های محتوی صمغ کتیرای پرتوندیده و پرتودیده در ۰/۷۵ کیلوگری رفتار الاستیک بر رفتار ویسکوز غالب است، اما پرتودهی در دوزهای ۳ و ۵ کیلوگری منجر به غالب شدن مؤلفه ویسکوز بر مؤلفه الاستیک و در واقع تبدیل رفتار سامانه از جامد ویسکوالاستیک به مایع ویسکوالاستیک می‌شود. شایان ذکر است در پراکنش‌های محتوی صمغ کتیرای پرتو دیده در دوز ۳ کیلوگری مقادیر الاستیک و ویسکوز برابر می‌شود.

آزمون روبش فرکانس:داده‌های مربوط به آزمون روبش فرکانس برای سامانه‌های محتوی صمغ کتیرای پرتو دیده در دوزهای مختلف در نمودار ۳ نشان داده شده است.

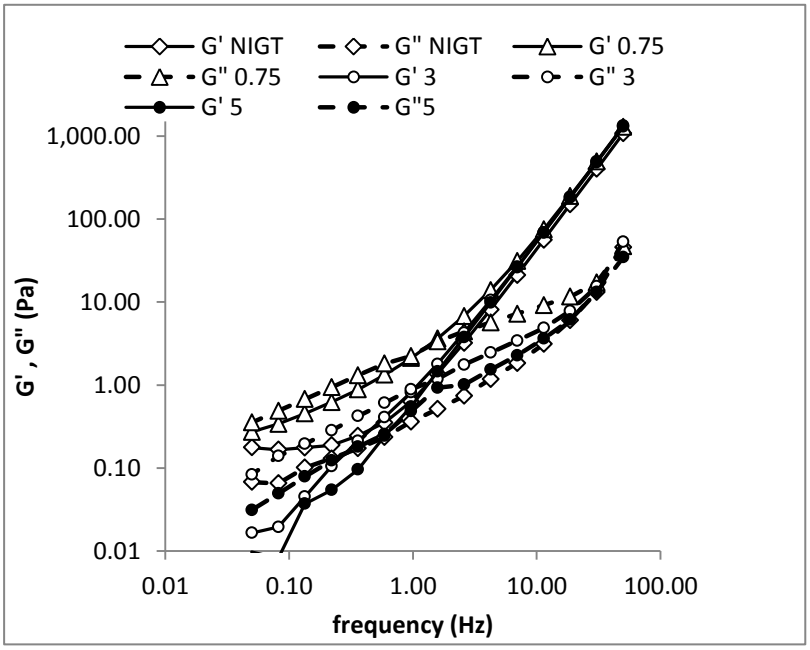
در همه نمونه‌ها با افزایش فرکانس هر دو مدول افت و ذخیره به مقادیر بالاتر منتقل می‌شود. اگرچه پرتودهی صمغ کتیرا در میزان دوز ۰/۷۵ کیلوگری هر دو مدول افت و ذخیره پراکنش را افزایش می‌دهد ولی با افزایش دوز پرتودهی این مقادیر در هر فرکانس کاهش می‌یابد.

در سامانه‌های محتوی صمغ کتیرای پرتو ندیده، در فرکانس‌های پایین تر از ω_c= ۱/۵۸ Hz رفتار ویسکوز بر رفتار الاستیک غالب است، اما در بازه زمانی کوتاهتر آزمون (فرکانس‌های بالاتر) رفتار الاستیک غالب می‌شود. مقدار ω_c (فرکانس نقطه تلاقی) با افزایش دوز پرتودهی به مقادیر کمتر منتقل می‌شود.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]

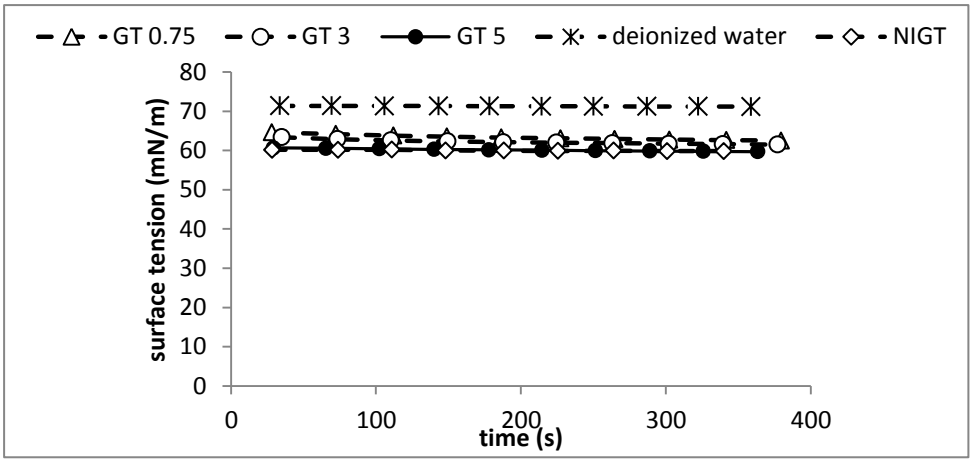


نمودار ۲: آزمون روبش کرنش دیسپرسیون ۰/۵ ٪ محتوی صمغ کتیرای پرتودیده در دوزهای مختلف

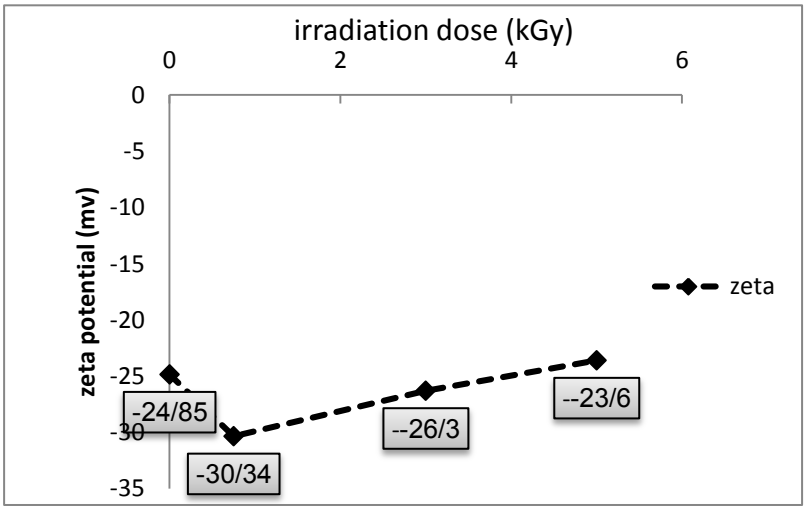


نمودار۳: آزمون روبش فرکانس دیسپرسیون ۰/۵٪ وزنی- وزنی محتوی صمغ کتیرای پرتودیده در دوزهای مختلف

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]



نمودار۴: اثر پرتودهی صمغ کتیرا بر توانایی آن در کاهش کشش سطحی



نمودار۵: اثر پرتودهی صمغ کتیرای در دوزهای مختلف بر میزان پتانسیل زتای ایجاد شده در سیستم

آزمون اندازه‌گیری کشش سطحی: با توجه به فعالیت سطحی صمغ کتیرا و توانایی ترکیبات فعال سطحی در کاهش کشش سطحی، اندازه‌گیری کشش سطحی راه حلی جهت تعیین کارایی یک امولسیفایر محسوب می‌شود(۱۴). نمودار ۴ داده‌های مربوط به اثر پرتودهی بر توانایی صمغ کتیرا در کاهش کشش سطحی را نشان می‌دهد. افزودن ۰/۵ ٪وزنی- وزنی صمغ کتیرای پرتوندیده کشش سطحی آب دیونیزه را از ۷۲ mN/ m به mN/ ۶۳ m کاهش می‌دهد، پرتودهی صمغ کتیرا در دوزهای مختلف تأثیری بر این توانایی ندارد.

آزمون اندازه‌گیری پتانسیل زتا: صمغ کتیرای یک صمغ آنیونی است. از این‌رو می‌تواند با ایجاد برهم‌کنش‌های دافعه‌ای، پتانسیل زتای منفی در پراکنش ایجاد کند. داده‌های مربوط به اثر پرتودهی بر پتانسیل زتای پراکنش محتوی صمغ کتیرا در نمودار ۵ نشان داده شده است. پرتودهی صمغ کتیرا تا میزان دوز ۰/۷۵

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]

کیلوگری پتانسیل زتا را اندکی منفی‌تر می‌کند و از مقدار ۲۴/۸۵- میلی ولت در سامانه محتوی صمغ کتیرای پرتوندیده به مقدار ۳۰/۳۴- میلی ولت می‌رساند. ادامه پرتودهی در دوزهای بالاتر، بار منفی سامانه را تا حدودی کاهش می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

اثر پرتودهی بر پارامترهای توصیف کننده اندازه ذرات: سامانه‌های محتوی صمغ کتیرای پرتو ندیده به علت حضور دو جزء تراگاکانتین و باسورین با شعاع‌های هیدرودینامیک به ترتیب ۰/۱۲ و ۳۰۲ میکرومتر سامانه هایی پلی دیسپرس هستند(۹). داده‌های حاصل از اثر پرتودهی در دوزهای مختلف بر توزیع اندازه ذرات پراکنش ۰/۵٪ وزنی- وزنی صمغ کتیرا حاکی از تأثیر معنی دار پرتودهی بر توزیع اندازه ذرات است. پرتودهی به علت تخریب ساختار صمغ، توزیع اندازه ذرات را کاهش می‌دهد. افزایش دوز پرتودهی تا ۰/۷۵ کیلوگری پلی دیسپرسیتی سامانه را کاهش می‌دهد. پرتودهی در دوزهای بالاتر علاوه بر تخریب بیشتر ذرات و کاهش بیشتر پارامترهای توصیف‌کننده اندازه ذرات پلی دیسپرسیتی سامانه را نیز افزایش می‌دهد، که احتمالاً ناشی از پیدایش تعداد بیشتری ذرات با اندازه کوچکتر در اثر پرتودهی در دوزهای بالاتر باشد(۱۵).

اثر پرتودهی بر تعیین رفتار جریان:کاهش ویسکوزیته پراکنش‌های محتوی صمغ کتیرا در اثر افزایش سرعت برشی و به عبارت دیگر رفتار سودوپلاستیک آن ناشی از جهت یابی پلی‌ساکارید در نتیجه اعمال نیروی برشی است(۱۷، ۱۶). پرتودهی صمغ کتیرا در ۰/۷۵ کیلوگری ویسکوزیته سامانه را افزایش می‌دهد. با در نظر گرفتن دو پارامتر: ساختار هتروژن و شاخه دار صمغ کتیرا (۱۸) و بالاتر بودن ویسکوزیته پلیمرهای خطی از پلیمرهای شاخه دار(۱۹) به نظر می‌رسد پرتودهی صمغ کتیرا در میزان دوز ۰/۷۵ کیلوگری به گونه ای ساختار آن را تغییر می‌دهد که شاخه‌های جانبی تا حدودی جدا شده و امکان بر هم کنش زنجیره اصلی فراهم می‌گردد و بدین ترتیب در سامانه ساختار ایجاد می‌شود(۷). ادامه پرتودهی در دوزهای بالاتر با شکستن ساختار به قطعات کوچکتر منجر به تضعیف ساختار سامانه می‌شود(۵،۲۰).

ضریب اطمینان بالای گزارش شده از برازش مدل پاورلا بر داده‌های تجربی بیانگر تطبیق صحیح این مدل بر داده هاست. پراکنش‌های محتوی صمغ کتیرای پرتو دیده در ۰/۷۵ کیلوگری بیانگر ضریب قوام بالاتر سامانه و در نتیجه ایجاد ساختار در سامانه است.

ادامه پرتودهی در دوزهای بالاتر، ضریب قوام را به طور معنی‌دار کاهش داده که ناشی از تأثیر دوزهای بالای پرتودهی در خردکردن ساختار صمغ و در پی آن شکستن ساختار است (۲۱،۲۲).

کاهش مقادیر گزارش شده برای اندیس جریان با افزایش دوز پرتودهی بیانگر حساسیت کمتر سامانه‌های محتوی صمغ کتیرای پرتو دیده در دوزهای بالا به سرعت برش است.

اثر پرتودهی بر آزمون روبش کرنش:نمودار وابستگی مدول‌های افت و ذخیره به کرنش برای سامانه‌های محتوی صمغ کتیرای پرتو دیده در دوزهای مختلف دو ناحیه معین را نشان می‌دهد. محدوده ویسکوالاستیک خطی که در آن مقادیر الاستیک و ویسکوز مستقل از کرنش است و محدوده ویسکوالاستیک غیرخطی که در آن مقادیر الاستیک و ویسکوز با افزایش کرنش شروع به کاهش می‌نماید.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]

سامانه محتوی صمغ کتیرای پرتو دیده در ۰/۷۵کیلوگری بالاترین مقادیر مدول‌های افت و ذخیره و در نتیجه قوی ترین ساختار را در این ناحیه دارد ضمن اینکه در تمام محدوده کرنش رفتار الاستیک غالب است، به عبارت دیگر این صمغ در سامانه ایجاد ژل ضعیف می‌کند که پایداری خود را در تمام محدوده کرنش حفظ می‌کند(۷). احتمالاً پرتودهی صمغ کتیرا در میزان دوز ۰/۷۵ کیلوگری به گونه‌ای بر ساختار اثر گذاشته که امکان آبگیری راحت‌تر صمغ را میسر ساخته و در نتیجه منجر به ایجاد ساختاری با قدرت بیشتر شده است(۲۳). کرنش متناظر با انتهای ناحیه خطی در سامانه محتوی صمغ کتیرای پرتو دیده در ۰/۷۵ کیلوگری در مقایسه با سامانه محتوی صمغ کتیرای پرتو ندیده تغییری نمی‌کند، اما در سامانه‌های محتوی صمغ کتیرای پرتودیده در دوزهای بالاتر این مقدار افزایش می‌دهد. مطالعات قبلی محدوده ویسکوالاستیک خطی را متناظر با نسبت جزء محلول به نامحلول دانسته‌اند، به‌گونه‌ای که با افزایش این نسبت طول محدوده ویسکوالاستیک خطی نیز افزیش می‌یابد(۹).

اثر پرتودهی بر آزمون روبش فرکانس:آزمون روبش فرکانس در محدوده ویسکوالاستیک خطی که رفتار ویسکوالاستیک مواد برگشت‌پذیر است، انجام می‌شود(۲۴). صمغ کتیرای پرتوندیده با ساختاری متشکل از دو بخش تراگاکانتین (جزء محلول و با وزن ملکولی کم)، و باسورین(جزء کم محلول و با وزن ملکولی بالا) سبب ایجاد شبکه دائمی در پراکنش شده و بدین ترتیب در سامانه رفتار الاستیک ایجاد می‌کند(۹). به عبارت دیگر امکان لغزش کمتر مولکول‌های بلند باسورین از بروز ویژگی‌های ویسکوز در سامانه جلوگیری می‌کند. در پراکنش‌های محتوی صمغ کتیرای پرتو دیده در دوزهای مختلف مدول‌های افت و ذخیره در فرکانس‌های میانه همدیگر را قطع نموده و رفتار سامانه را در جهت غالب نمودن رفتار الاستیک تغییر می‌دهند(۲۵). این رفتار هم چنین در پراکنش‌های محتوی صمغ کتیراگونه آستراگالوس فلوکوسوس(۹)، پلی‌ساکارید sterculia striata داستیله شده(۲۶) و مشتقات سولفو استات سلولز نیز مشاهده شده است. در پراکنش‌های محتوی صمغ کتیرای پرتودیده در ۰/۷۵ کیلوگری، قدرت ساختار در نتیجه اثر پرتودهی در این دوز بر ساختار صمغ و خرد کردن آن و درنتیجه سهولت آبگیری آن افزایش می‌یابد. از بررسی اثر پرتودهی بر پارامترهای توصیف‌کننده اندازه ذرات مشخص می‌شود، پراکنش‌های محتوی صمغ کتیرای پرتو دیده در ۰/۷۵ کیلوگری ازکمترین پلی دیسپرسیتی نیز برخوردار است. تعیین ضریب هم بستگی پیرسون نشان می‌دهد، همبستگی معنی‌داری بین قدرت ساختار صمغ و پلی دیسپرسیتی سیستم وجود دارد(ضریب هم بستگی اسپیرمن ۰/۸۵۶- و p=۰/۰۵). از این رو پرتودهی در دوزهای بالاتر مقادیر مؤلفه‌های مذکور را در تمام محدوده فرکانس کاهش داده، ضمن اینکه منجر به افزایش حساسیت به فرکانس می‌شود، در این شبکه ها پرتودهی در دوزهای بالاتر نقطه تلاقی را به فرکانس‌های پایین تر منتقل می‌کند. احتمالاً، پرتودهی صمغ کتیرا با شکستن بخش باسورین به ذرات ریزتر، منجر به تضعیف قدرت ساختاری شده، ازاین رو در زمان‌های طولانی فرآیند، رفتار سامانه توسط بخش تراگاکانتین کنترل می‌شود(۷). ریزشدن ذرات در اثر پرتودهی منجر به افزایش حساسیت ساختار به فرکانس می‌شود.

اثر پرتودهی بر پتانسیل زتا: پتانسیل زتا یکی از فاکتورهای تعیین‌کننده نقش هیدروکلوئیدها در سامانه‌های غذایی است.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]

هیدروکلوئیدهایی که منجر به دافعه الکتروستاتیکی بالا در سامانه شوند سامانه پایداری ایجاد می‌کنند به گونه‌ای که، اگر هیدروکلوئیدی بتواند بار سطحی معادل ۳۰- میلی‌ولت یا کمتر و یا ۳۰+ میلی‌ولت یا بالاتر ایجاد کند سامانه پایداری را ایجاد می‌کند (۲۷). پرتودهی صمغ کتیرا در میزان دوز ۰/۷۵ کیلوگری سامانه‌ای با پتانسل زتای منفی‌تر ایجاد می‌کند. نتایج حاصل از تأثیر پرتودهی، بالاترین قدرت ساختار و هم چنین ضریب قوام را برای پراکنش‌های محتوی صمغ کتیرای پرتو دیده در این دوز گزارش کرده اند. به نظر می‌رسد پرتودهی در میزان دوز ۰/۷۵ کیلوگری علاوه بر خرد کردن ذرات موجود درسامانه، منجر به باز شدن ساختار موجود و افزایش بار منفی سطحی و هم چنین آبگیری راحت‌تر و در نتیجه توانایی ایجاد ساختار در پراکنش شده است.

اثر پرتودهی بر توانایی کاهش کشش سطحی:توانایی ترکیبات فعال سطحی به واسطه توانایی آن در کاهش کشش سطحی تعیین می‌شود. مطالعات قبلی توانایی صمغ کتیرا در کاهش کشش سطحی را با میزان گالاکتوز موجود در ساختار متناسب دانسته‌اند، به گونه‌ای که گونه‌های با میزان گالاکتوز کمتر توانایی کمتری در کاهش کشش سطحی دارند(۲۸). اگرچه حضور صمغ کتیرای پرتو ندیده در پراکنش، کشش سطحی را کاهش می‌دهد اما پرتودهی تأثیر معنی‌داری بر این کاهش ندارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله، برگرفته از طرح پژوهشی، با عنوان "اثر پرتودهی صمغ کتیرا بر ویژگی‌های عملکردی " بوده و نگارندگان از پشتیبانی مالی و اجرایی کمیته پژوهشی دانشجویی و همه عزیزانی که در انجام این پروژه مشارکت داشته‌اند، صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایند.

References

۱- Berk Z. Ionizing Irradiation and Other Non-thermal Preservation Processes. Food Process Engineering and Technology. San Diego: Academic Press; ۲۰۰۹. ۵۳۳-۴۴.

۲- Varela-Santos E, Ochoa-Martinez A, Tabilo-Munizaga G, Reyes JE, Pérez-Won M ,Briones-Labarca V, et al. Effect of high hydrostatic pressure (HHP) processing on physicochemical properties, bioactive compounds and shelf-life of pomegranate juice. Innov Food Sci Emerg ۲۰۱۲; ۱۳: ۱۳-۲۲.

۳-Walkling-Ribeiro M, Noci F, Cronin DA, Lyng JG, Morgan DJ. Shelf life and sensory attributes of a fruit smoothie-type beverage processed with moderate heat and pulsed electric fields. LWT - Food Sci Technol ۲۰۱۰; ۴۳(۷): ۱۰۶۷-۷۳.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]

۴- Hierro E, Barroso E, la Hoz Ld, Ordóñez JA, Manzano S, Fernández M. Efficacy of pulsed light for shelf-life extension and inactivation of Listeria monocytogenes on ready-to-eat cooked meat products. Innov Food Sci Emerging Technol ۲۰۱۱; ۱۲(۳): ۲۷۵-۸۱.

۵- Aliste AJ, Vieira FF, Del Mastro NL. Radiation effects on agar, alginates and carrageenan to be used as food additives. Radiat. Physi. Chem ۲۰۰۰; ۵۷(۳-۶): ۳۰۵-۸.

۶- Doellstaedt R, Huebner G. Food irradiation: Activities and potentialities. Radiat. Physi. Chem ۱۹۸۵; ۲۶(۵): ۶۰۷-۱۲.

۷- Alijani S, Balaghi S, Mohammadifar MA. Effect of gamma irradiation on rheological properties of polysaccharides exuded by A. fluccosus and A. gossypinus. Int J Biol Macromol ۲۰۱۱; ۱۳(۴): ۲۲- ۹.

۸- Silva E, Birkenhake M, Scholten E, Sagis LMC, van der Linden E. Controlling rheology and structure of sweet potato starch noodles with high broccoli powder content by hydrocolloids. Food Hyd ۲۰۱۳; ۳۰(۱): ۴۲-۵۲.

۹- Balaghi S, Mohammadifar MA, Zargaraan A, Gavlighi HA, Mohammadi M. Compositional analysis and rheological characterization of gum tragacanth exudates from six species of Iranian Astragalus. Food Hyd ۲۰۱۱; ۲۵(۷): ۱۷۷۵-۸۴.

۱۰- Anderson DMW, Grant DAD. The chemical characterization of some Astragalus gum exudates. Food Hyd ۱۹۸۸; ۲(۵): ۴۱۷-۲۳.

۱۱- Mohammadifar MA, Musavi SM, Kiumarsi A, Williams PA. Solution properties of targacanthin (water-soluble part of gum tragacanth exudate from Astragalus gossypinus .(Int J Biol Macromol ۲۰۰۶; ۳۸(۱):۳۱-۹.

۱۲- Balaghi S, Mohammadifar M, Zargaraan A. Physicochemical and Rheological Characterization of Gum Tragacanth Exudates from Six Species of Iranian Astragalus. Food Biophys. ۲۰۱۰; ۲۰(۱): ۱۳- ۲۱

۱۳- Farag Zaied S, Mohamed Youssef B, Desouky O, Salah El Dien M. Decontamination of gum arabic with γ-rays or electron beams and effects of these treatments on the material. Appl Radiat Isotopes ۲۰۰۷; ۶۵(۱): ۲۶-۳۱.

۱۴- Hong S-I, Han JH, Krochta JM. Optical and surface properties of whey protein isolate coatings on plastic films as influenced by substrate, protein concentration, and plasticizer type. J of Applied Polym Sci ۲۰۰۴; ۹۲(۱): ۳۳۵- ۴۳.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]

۱۵- Katayama T, Nakauma M, Todoriki S, Phillips GO, Tada M. Radiation-induced polymerization of gum arabic (Acacia senegal) in aqueous solution. Food Hyd ۲۰۰۶; ۲۰(۷): ۹۸۳-۹.

۱۶- Akbulut M, Saricoban C, Ozcan MM. Determination of Rheological Behavior, Emulsion Stability, Color, and Sensory of Sesame Pastes (Tahin) Blended with Pine Honey. Food Bioprocess Technol ۲۰۱۲; ۵(۵): ۱۸۳۲-۹.

۱۷- Dolz M, Hernández MJ, Delegido J, Alfaro MC, Muñoz J. Influence of xanthan gum and locust bean gum upon flow and thixotropic behaviour of food emulsions containing modified starch. J Food Eng ۲۰۰۷; ۸۱(۱): ۱۷۹-۸۶.

۱۸- Gorji SG, Gorji EG, Mohammadifar MA. Characterisation of gum tragacanth (Astragalus gossypinus)/sodium caseinate complex coacervation as a function of pH in an aqueous medium. Food Hyd ۲۰۱۰; ۱۲(۳): ۱۶-۲۱.

۱۹- Mollakhalili Meybodi N, Mohammadifar MA. Effect of Irradiated Gum Tragacanth on Rheological Properties of Oil in Water Emulsion. J Food Qual Hazards Conrol ۲۰۱۴; ۱(۲): ۴۶-۵۱.

۲۰- Al-Assaf S, Phillips GO, Williams PA. Controlling the molecular structure of food hydrocolloids. Food Hyd ۲۰۰۶; ۲۰(۲-۳): ۳۶۹-۷۷.

۲۱- Siddig T K, Murwan K, Sabahalkhair. Effects of gamma- Irradiation on Some Properties of Gum Arabic (Acacia Senegal L). Res J Agric Biol Sci ۲۰۱۰; ۶(۲): ۱۱۳-۷.

۲۲- Le Cerf D, Irinei F, Muller G. The effect of gamma irradiation on the water-swelling properties of karaya gum. Food Hyd ۱۹۹۱; ۵(۱-۲): ۱۵۵-۷.

۲۳- Li X, Wu W, Wang J, Duan Y. The swelling behavior and network parameters of guar gum/poly(acrylic acid) semi-interpenetrating polymer network hydrogels. Carbohydrate Polym ۲۰۰۶; ۶۶(۴): ۴۷۳-۹.

۲۴- Mollakhalili Meybodi N, Mohammadifar MA, Naseri AR. Effective Factors on the Stability of Oil-in-Water Emulsion Based Beverage: A Review. J Food Qual Hazards Conrol ۲۰۱۴; ۱(۳): ۶۷-۷۱..

۲۵- Chamberlain EK, Rao MA. Effect of concentration on rheological properties of acid-hydrolyzed amylopectin solutions. Food hyd ۲۰۰۰; ۱۴(۲): ۱۶۳-۷۱.

۲۶- Sierakowski MR, Reicher F, Feitosa JPA. Dynamic rheological study of Sterculia striata and karaya polysaccharides in aqueous solution. Food Hyd ۲۰۰۵; ۱۹(۵):۷-۱۳.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]

۲۷- McClements DJ. Food Emulsions: Principles, Practice and Techniques,. second, editor. washington: CRC Press; ۲۰۰۵.

۲۸- Mollakhalili N, Mohammadifar MA, Abdolmaleki KH. Effect of dispersed phase volume fraction on physical stability of oil in water emulsion in the presence of gum tragacanth. J Food Qual Hazards Conrol ۲۰۱۴; ۱(۴): ۱۰۲-۷.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]

دو ماهنامه علمی پژوهشی دانشکده بهداشت یزد

ORIGINAL ARTICLE

Received: ۲۰۱۴/۴/۲۱ *Accepted:* ۲۰۱۴/۵/۲۶

Effect of Irradiation Treatment on Functional Properties of Gum Tragacanth

Neda Mollakhalili Meybodi(Ph.Ds) [۱] , Mohammad Amin Mohammadifar (PhD)[۲]

۱. Ph.d Students,Department of Food Science and Technology,National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

۲.Corresponding author: Associate Proffessor, Department of Food Science and Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Introduction: Irradiation is a physical treatment in which products are exposed to ionized radiation such as gamma and x rays to improve the security and quality. Hydrocolloids are components that are used in food science to improve texture properties. Exposing to irradiation treatment may change structural and functional properties. By regard to the importance of irradiation on decontaminating of hydrocolloids in food application, the aim of this study is studying the effect of irradiation at different doses on functional properties of Gum Tragacanth in food application.

methods: effect of irradiation treatment was studied on the rheological properties, zeta potential, particle size distribution and surface tension of dispersion systems contained ۰/۵٪ w/ w gum tragacanth that is irradiated at different doses (۰, ۰.۷۵. ۳, ۵ kGy). The effect of irradiation on rheological properties was monitored by rheometer. In order to monitor the effect of irradiation treatment on particle size distribution, zeta potential and surface tension, particle sizer, Brookhaven zeta plus and tensiometer sere used respectively. All treatments were performed three times and the data were analyzed by one way ANOVA. Significant differences between means were identified (P values < ۰.۰۵) using Duncan test.

Results: Irradiation, change rheologiacal properties and particle size distribution of dispersion contained gum tragacanth. Irradiation treatment up to ۰.۷۵ kGy increase zeta potential, but irradiating at higher doses decrease it again. Results of studying parameters showed that irradiation changes the functional properties by affecting on structure. These changes depend on irradiation dose

Conclusion: Gum tragacanth irradiation may improve the functional properties by affecting on structure.

Keywords: Irradiation, Gum tragacanth, Functional properties

This Paper Should be Cited as:
Mollakhalili Meybodi Neda(Ph.Ds), Mohammadifar Mohammad Amin(Ph.D). Effect of Irradiation Treatment on Functional Properties of Gum Tragacanth. Journal Tolooebehdasht Sci

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-25]