تهیه ژله چای ترش کم کالری با ژلاتین پوست مرغ و استویا و بررسی خواص کیفی آن

فاطمه یزدانی[a]، زینب رفتنی امیری[*b]، هدی شهیری طبرستانی[c]

[a] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران
[b] استاد گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران
[c] استادیار گروه شیمی مواد غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۰۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۴/۱۴
https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080123.1400.18.3.5.3

چکیده

مقدمه: هدف از این پژوهش تولید ژله کم‌کالری با استفاده از چای ترش به عنوان عامل رنگ‌دهنده طبیعی، ژلاتین استخراج شده از ضایعات پوست مرغ همراه با شیرین کننده استویا می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در بخش اول این پژوهش ژلاتین پوست مرغ با پیش فرآیند قلیایی- اسیدی و با استفاده از سود ۱ نرمال و اسیدکلریدریک ۰/۰۵ نرمال استخراج شد. ژلاتین در غلظت‌های یک و دو درصد (وزنی)، استویا با سطوح جایگزینی صفر تا صد درصد با شکر و چای ترش به میزان ۲۰ درصد وزنی برای ۱۰۰ گرم ژله استفاده شد که ۴۸ ساعت پس از تولید ژله، آزمون‌های pH، بریکس، رطوبت، اسیدیته، فعالیت آبی، سفتی بافت، رنگ، آنالیز حسی و آزمون میکروبی انجام شد. آزمایشات در قالب طرح کاملا تصادفی بر پایه آزمایش فاکتوریل با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد و با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد میانگین تیمارها مقایسه شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که افزایش غلظت ژلاتین و سطوح جایگزینی شکر بر pH نمونه‌ها تاثیر معنی‌داری نداشت. همچنین با افزایش درصد ژلاتین از ۱ به ۲ درصد سفتی بافت و L* به طور معنی‌داری افزایش و رطوبت کاهش پیدا کرد ($p<۰/۰۵$). در حالی که بر پارامترهای بریکس، فعالیت آبی، a* و b* تفاوت معنی‌داری نداشت($p>۰/۰۵$). در ارتباط با افزایش سطوح جایگزینی متفاوت شکر از صفر تا صد درصد با استویا رطوبت، فعالیت آبی و فاکتورهای L*، a*، b* به طور معنی‌داری افزایش و بریکس نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد ($p<۰/۰۵$).

نتیجه گیری: ویژگی‌های حسی و فیزیکوشیمیایی نمونه‌های ژله چای ترش نشان داد که استفاده از ژلاتین پوست مرغ و شیرین کننده استویا می‌تواند جایگزین مناسبی در فرمولاسیون ژله کم کالری با حفظ ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، حسی- چشایی باشد و نمونه دارای ژلاتین ۲ درصد و جایگزینی ۲۵٪ استویا با شکر از نظر پذیرش کلی در ارزیابی حسی به عنوان تیمار برتر انتخاب شد همچنین گیاه چای ترش به خاطر داشتن خواص دارویی، ویژگی‌های فراسودمند را برای محصول ژله چای ترش فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: *استویا، پوست مرغ، چای ترش، ژلاتین، ژله*

[*] نویسنده مسئول مکاتبات email: zramiri@gmail.com; z.raftani@sanru.ac.ir

مقدمه

ژله یکی از انواع دسرهای ژلاتینی، از میان وعده‌های مناسب است. ژله طبق تعریف استاندارد فرآورده ای است که از مخلوط کردن مواد ژله ای کننده (ژلاتین، پکتین، آگار، نشاسته) شکر، رنگ، اسانس‌های مجاز خوراکی یا عصاره‌های طبیعی میوه‌ها و اسیدهای مجاز خوراکی پس از فرآوری تهیه می‌شود (Anon, 2013). این محصول با توجه به اینکه به عنوان یکی از تنقلات در میان وعده‌های غذایی به ویژه برای کودکان مورد توجه است، در صورتی که این محصول بر پایه ترکیبات مغذی و طبیعی به جای مواد اولیه مصنوعی در سطح تجاری تولید و وارد بازار شود، می‌تواند در ارتقاء سطح سلامت جامعه مفید واقع شود.

از جمله هیدروکلوئیدهای متداول در تولید ژله‌های قنادی و پاستیل‌ها ژلاتین می‌باشد. ژلاتین یک پلی پپتید با وزن مولکولی بالاست که از کلاژن مشتق شده از بافت‌های پوست، بافت همبند و استخوان حیوانات به دست می‌آید که دارای خواص ژل کنندگی، کف کنندگی و امولسیفایری می‌باشد و اهمیت خاصی درصنایع دارویی، صنعتی، پزشکی به ویژه صنایع غذایی درتهیه مارمالادها، ژله‌ها، شیرینی جات، فرآورده های لبنی، شربت‌های طعم دار داشته و به آسانی در بدن جذب شده و حتی به هضم سایر مواد غذایی از طریق تشکیل امولسیون کمک می‌نماید (Hashemi *et al.*, 2014).

هم‌چنین وجود بارهای مثبت در ژلاتین باعث واکنش آن با ساکاریدهایی مانند ساکارز در محیطی با pH مناسب شده و با ایجاد یک محیط ویسکوز قطرات آب را به دام می‌اندازند و در نهایت بعد از خنک شدن، ژل مستحکمی را تشکیل می‌دهند (Strauss and Gibson, 2004). ضایعات مرغ از محصولات جانبی صنعت ماکیان است که شامل امعا و احشا، خون، استخوان، سر، پا و پوست می‌باشد. هر لاشه مرغ شامل تقریباً ۱۵٪ پوست است که بطور معمول در صنعت ماکیان یا مغازه‌های خرده فروشی مرغ در صنعت غذا مورد استفاده قرار نمی‌گیرد (Farmani and Rostammiri, 2015). از این رو با تولید ژلاتین به‌عنوان روش فرآوری ضایعات کم مصرف می‌توان ضمن مدیریت ضایعات و صرفه اقتصادی، فراورده تکنولوژیکی جدید با ارزش افزوده بالا ایجاد و از مشکلات زیست‌محیطی جلوگیری نمود. همچنین استفاده از ژلاتین حاصل از ضایعات صنعت مرغداری در مقایسه با منابع تجاری متداول از جمله پوست و استخوان خوک، منابع گاوی و منابع دریایی به دلیل مشکلات مذهبی فرهنگی، خطر انتقال بیماری جنون گاوی و تداوم بوی باقیمانده ژلاتین از منابع دریایی می‌تواند قابل توجه باشد (Yazdani *et al.*, 2018).

از دیگر اجزای مهم فرمولاسیون فرآورده‌های ژله‌ای شیرین کننده‌ها می‌باشند. ساکارز یک دی ساکارید شیرین کننده است که روی خواص حسی و بافتی محصول نیز نقش بسیار تعیین کننده‌ای دارد (Edwards, 2000). از سوی دیگر با در نظر گرفتن نقش شیرین کننده‌ها به عنوان مواد اولیه موثر در فرمولاسیون دسرهای ژله‌ای و با درنظر داشتن اینکه کربوهیدرات‌ها یکی از مهمترین منابع افزایش دهنده کالری می‌باشند، در صنعت غذا به کاهش استفاده از این منبع مهم و جایگزینی آن با شیرین کننده‌های بدون کالری یا کم کالری توجه شده است. استویا نوعی شیرین کننده گیاهی طبیعی با کالری صفر و شیرینی حدود ۳۰۰ برابر نسبت به شکر و دارای قدرت آنتی اکسیدانی است .گلیکوزیدهای دی ترپنی به عنوان عامل اصلی ایجاد طعم بسیار شیرین درعصاره‌های گیاه استویا شناخته شده‌اند و بر خلاف شیرین کننده‌های مصنوعی تاثیرات منفی بر سلامت مصرف کننده ندارد (Francisca *et al.*, 2010).

گیاهان دارویی با خواص دارویی و درمانی شگفت انگیزشان می‌توانند جایگاهی خاص، در صنعت غذا داشته باشند. گیاه *Hibiscus Sabdariffa* (چای ترش یا سرخ) به طورگسترده درمناطق حاره‌ای کشت می‌شود و رنگدانه آنتوسیانین به عنوان عامل ایجادکننده رنگ قرمز درخشان در مواد غذایی و نوشیدنی کاربرد دارد. چای ترش برای پیشگیری و درمان سنگ‌های کلیوی و مثانه درطب سنتی، هم‌چنین به‌عنوان آنتی‌باکتریال، ضدقارچ، ماده هیپوکلسترولمیک، آنتی‌آسپاسمودیک استفاده می‌شود. کاسبرگ تازه این گیاه به خاطر اینکه حاوی مقدار زیادی اسیدسیتریک و پکتین است برای درست کردن انواع مربا و ژله مورد استفاده قرار می‌گیرد (Javadzade *et al.*, 2013).

Boland و همکاران (2006) در تحقیقی، میزان رها سازی و احساس طعم توت فرنگی را در ژل‌های پکتین و ژلاتین بررسی نموده و نشان دادند که ژل‌های پکتین

قدرت بیشتری در رها سازی بو و پدیدار شدن طعم دارند. Gramza و همکاران (2007) به بررسی پتانسیل استفاده از عصاره چای کاملیا سینسیس درشکلات‌های ژله‌ای که منبع غنی از پلی فنل‌ها است پرداختند. تجزیه و تحلیل حسی در دو نوع ژله با استفاده از آگار و ژلاتین به عنوان عامل غلیظ کننده انجام گرفت و از عصاره چای سبز در غلظت ۱٪ و٪ ۱/۵ استفاده شد. تجزیه و تحلیل حسی نشان داد که ژل دارای ژلاتین به عنوان عامل ژله‌ای کننده مقبولیت بیشتری از نظر مصرف کنندگان داشته است Adisakو همکاران (2010) به بررسی اثر شیرین کننده اریتریتول و سوکرالوز و اسیدسیتریک بر روی خواص حسی ژله نوشیدنی بدون شکر کنجاک به همراه عصاره چای ترش پرداختند. نتایج نشان داد که خواص حسی (رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی) به شدت تحت تاثیر میزان شیرین کننده اریتریتول و سوکرالوز بوده و مقادیر بهینه برای تولید این ژله ۴٪ شیرین کننده اریتریتول و سوکرالوز و ۰/۲۵٪ اسید سیتریک پیش‌بینی شد. Trachootham و همکاران (2015) به بررسی تاثیر خواص ژله بر روی بیماران مبتلا به سرطان که توسط لوله از راه بینی، تغذیه و پرتو درمانی می‌شدند، پرداختند. پرتو درمانی باعث درد دهان، خشکی دهان، تشخیص ندادن عطر و طعم، مشکل در باز شدن دهان و فیبروز عضلات حلق می‌شود. علاوه بر این در طول درمان دندان‌های بیماران آسیب دیده و در جویدن و بلع مشکل ایجاد می‌شود. در نتیجه ژله به دلیل شباهتش به غذا، جویدن راحت، رطوبت بالا و بلع آسان در این موارد بکار می‌رود. علاوه بر ارزش تغذیه‌ای و درمانی خواص رئولوژی و بافتی نیز بر کیفیت کلی ژله میوه تاثیرگذار است. Boland و همکاران (2004) در بررسی رهایش یازده نوع طعم دهنده در سیستم مدل ژل دریافتند ژل ژلاتین در مقایسه با ژل پکتین و نشاسته افزایش بیشتری در رهایش طعم دارد. میزان رهایش طعم با سفتی ژل ژلاتین رابطه معکوس دارد. Kuan و همکاران (2016) در بررسی تأثیر شیرین کننده بر سینتیک ژله ای شدن و بافت ژل ژلاتین پای اردک نشان دادند با افزایش میزان شکر در محدوده غلظت ۲۰-۵ درصد و لاکتوز (۱۰-۵ درصد) نرخ ژله ای شدن و سفتی ژل کاهش یافت. این اثرات به دلیل جلوگیری از نزدیک شدن زنجیره‌های ژلاتین در طول تشکیل ژل غلظت‌های مذکور شیرین کننده افزوده شده است. در این خصوص ساکاروز به دلیل حلالیت بیشتر و گروه‌های هیدروکسیل بالاتر اثرات بیشتری در مقایسه با لاکتوز نشان داد. نتایج این پژوهش پتانسیل بکارگیری ژلاتین اردک در فراورده های قنادی را نشان داد.

Akhavan Mahdavi و همکاران (2016) نشان دادند ریزپوشانی آنتوسیانین زرشک جهت استفاده در ژله در مقایسه با نمونه شاهد (ژله محتوی پیگمان زرشک بدون ریزپوشانی) بر تغییرات اسیدیته، میزان خاکستر و بافت اثر معنی‌داری نداشت.

Moghadas Kia و همکاران (2018) در بهینه‌سازی شاخص‌های کیفی و حسی ژله خوراکی پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس کازئی، کنسانتره انار (۴-۱ درصد) و ژلاتین (۵-۲ درصد) نشان دادند برهمکنش ژلاتین-کنسانتره انار اثر مثبتی بر تغییرات pH طی دوره نگهداری داشت. بالاترین میزان قرمزی ژله در سطح ۵ درصد ژلاتین بدست آمد و کنسانتره انار تأثیر معنی داری بر شاخص قرمزی داشت. بطورکلی کاربرد پروبیوتیک و کنسانتره انار در فرمولاسیون ژله ضمن افزایش پذیرش و بروز اثرات سلامت بخش ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی محصول نهایی را بهبود بخشید. Tongmai و همکاران (2019) با استفاده از پودر شاه توت تایلندی (۰، ۱۳، ۲۰ و ۲۶ درصد، وزنی/وزنی) ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی ژله غنی از آنتوسیانین را بررسی نمودند. با افزایش میزان پودر شاه توت تایلندی جامدات محلول کل، اسیدیته و سفتی ژله افزایش یافت. در مورد شاخص‌های رنگی قرمزی و زردی افزایش و میزان روشنایی کاهش نشان داد. بر اساس نتایج ارزیابی حسی ژله غنی از آنتوسیانین محتوی ۱۳ درصد پودر شاه توت بالاترین امتیاز پذیرش حسی را بدست آورد. Almedia و همکاران (2012) به بررسی تولید ژله با کلاژن استخراج شده از پای مرغ پرداختند. نمونه ژله با طعم اناناس و شکلات سفید انتخاب شد. داده‌های تحقیق با استفاده از مقیاس طعم، از ۳۰ آزمایش کنده پذیرش حسی و تمایل به مصرف ژله به دست آمد. نتایج نشان داد که نمونه شکلات سفید و ژله با طعم آناناس به ترتیب ۷/۸ و ۷/۴ در مقیاس طعم برای همه خواص حسی امتیاز گرفتند به این ترتیب هر دو محصول از نظر پذیرش مطلوب تشخیص داده شد و در رابطه با تمایل به مصرف نمونه شکلات سفید و ژله با طعم آناناس، به ترتیب ۸۵ و

۷۴ درصد افراد اظهار تمایل کردند با توجه به نتایج به دست آمده، پیشنهاد استفاده از ضایعات مرغداری در به دست آوردن مواد غذایی با کیفیت بالا ارائه شد.

فرآورده‌های ژله‌ای از دیرباز مورد پسند طیف وسیعی از مصرف کنندگان، به ویژه کودکان بوده است که علیرغم پذیرش بالا، به لحاظ دارا بودن مواد رنگ دهنده و طعم دهنده مصنوعی، نه تنها فاقد ارزش غذایی هستند، بلکه مصرف آن‌ها عوارضی را نیز به دنبال دارد. با توجه به مطالب بیان شده هدف از انجام این پژوهش استفاده از ژلاتین استخراج شده از ضایعات صنعت ماکیان (پوست مرغ)، استویا به عنوان شیرین کننده طبیعی و عصاره گیاه چای ترش با خواص دارویی به‌عنوان مواد طبیعی در فرمولاسیون ژله چای‌ترش و بررسی خواص فیزیکوشیمیایی و میکروبی ژله چای ترش بوده است.

مواد و روش‌ها

- مواد

پوست مرغ از مرغ فروشی شهرستان آمل، شکر از شرکت گلستان، استویا از شرکت تکفا تهران، چای ترش از عطاری محلی، فنل فتالئین، محیط کشت‌های آگار سرم پرتقال[1] (OSA)، آگار چند منظوره حاوی توئین۸۰ (APT)[1]، MRS[2]، دی کلرامفنیکل آگار[2] (DRBC) و مواد شیمیایی از قبیل اسید کلریدریک با درجه خلوص ۳۷٪، سود، متیل رد و کلروفرم وسایر مواد شیمیایی از شرکت مرک تهیه شد و حلال‌های مورد استفاده با درجه خلوص تجزیه‌ای بودند.

- روش‌ها

- استخراج ژلاتین

پوست مرغ پس از خریداری در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و در مجاورت یخ به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه بقایای گوشت چسبیده به پوست‌های مربوطه به صورت دستی جدا شده و برای حذف خون و مواد زائد شستشو با آب سرد در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. سپس به قطعات ۴-۲سانتی‌متری خرد و تا زمان آزمایش در فریزر با دمای ۱۷- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. استخراج ژلاتین بر اساس روش Shahiri و همکاران (2010) با اندکی تغییر در پارامترهای پیش فرآوری انجام گرفت. ابتدا نمونه‌های پوست برای حذف مواد خارجی شستشو داده شدند. غلظت سود و اسید مورد استفاده در استخراج ژلاتین بر اساس نتایج حاصل از بخش پیشین این پژوهش به‌ترتیب ۱ و ۰/۰۵ نرمال بوده است (Yazdani *et al.*, 2018). جهت حذف چربی‌ها و پروتئین‌های غیرکلاژنی پوست، پیش فرآیند قلیایی با غلظت سود ۱ نرمال (نسبت ۱:۳ وزنی/ حجمی) به مدت یک ساعت و در سه بازه زمانی ۲۰ دقیقه‌ای انجام گرفت. در پایان این مرحله، به منظور خنثی سازی pH پوست، شستشو با آب سرد صورت گرفت. در مرحله بعد جهت حذف مواد معدنی و املاح پوست، پیش فرآوری اسیدی با اسید کلریدریک در غلظت ۰/۰۵نرمال (نسبت ۱:۳ وزنی/ حجمی) به مدت یک ساعت و در سه بازه زمانی ۲۰ دقیقه‌ای انجام گرفت و نمونه‌ها تا خنثی‌سازی pH پوست شستشو شدند. پس از شستشوی نهایی، پوست‌های پیش‌تیمار یافته در آب مقطر به نسبت وزنی / حجمی ۱:۴ در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت در حمام آبی (ممرت، مدل WB14، آلمان) استخراج و با عبور از پارچه صافی سه لایه، ژلاتین از پوست جدا و صاف گردید. بعد از جداسازی چربی سطحی از محلول ژلاتین، نمونه‌های محلول در آون جریان هوای داغ (ممرت، مدل ULM400، آلمان) در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۸ ساعت خشک و با دستگاه آسیاب (بوش، MKM6000، اسلوانیا) به پودر تبدیل و از الک با مش۴۰ عبور داده شدند. پودر ژلاتین تا زمان استفاده برای آزمایش در بسته های پلی‌اتیلنی در فریزر با دمای ۱۷- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد.

- استخراج عصاره چای ترش

استخراج عصاره با روش Adisak و همکاران (2010) انجام شد. چای ترش بعد از خریداری با آسیاب (بوش، MKM6000، اسلوانیا) پودر و برای حذف ذرات خارجی از الک عبور داده شد و سپس ۱۰۰ گرم برگ چای ترش آسیاب شده را با یک لیتر آب جوشیده شده با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه مخلوط شد و بعد از

[1] Orange Serum Agar
[2] All-purpose medium with tween 80
[3] De man, Rogosa and Sharp
[4] Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol

صاف کردن، محلول عصاره در ظروف استریل عصاره جمع آوری و تا زمان انجام آزمایش در یخچال در دمای ۷ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد.

- تهیه ژله

برای تهیه ژله از روش Gramza و همکاران ۲۰۰۷اصلاحات جزیی استفاده شد. مطابق جدول ۱، عصاره چای ترش فیلتر شده (۲۰ درصد)، به همراه شکر با سطوح جایگزینی (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰) با استویا و پودر ژلاتین با بلوم ۴/ ۴۸۵ .((Yazdani *et al*., 2018 و مش ۴۰ در دو غلظت ۱ و ۲ درصد در دمای ۵±۵۵ درجه سانتیگراد در فرمولاسیون ژله مخلوط و در قالب‌های پلاستیکی با ابعاد 2×2× ۲ سانتی‌متر ریخته شدند. نمونه‌ها پس از سرد شدن به مدت حداقل ۲ ساعت در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد (یخچال) جهت بستن ژل قرار داده شدند. ۴۸ ساعت پس از تولید، نمونه‌ها از یخچال خارج و مورد آزمون قرار گرفتند.

جدول ۱- فرمولاسیون نمونه‌های ژله حاوی ۲۰٪ چای ترش

نمونه ژله	ژلاتین (درصد)	جایگزینی شکر با استویا (درصد)
J_1	۱	۰
J_2	۱	۲۵
J_3	۱	۵۰
J_4	۱	۷۵
J_5	۱	۱۰۰
J_6	۲	۰
J_7	۲	۲۵
J_8	۲	۵۰
J_9	۲	۷۵
J_{10}	۲	۱۰۰

- pH محلول ژله

pH محلول ژله پس از رسیدن به دمای محیط با استفاده از دستگاه pH متر (مدل Jenway, UK) اندازه‌گیری شد (Acosta et al., 2008).

- بریکس محلول ژله

۲۰ گرم از نمونه ژله مربوطه توزین و۸۰ گرم آب گرم به آن اضافه شد. محتوی ظرف با هم‌زن شیشه‌ای تا انحلال کامل نمونه در آب، هم زده شد. سپس محلول مربوطه سرد شده و توسط دستگاه رفراکتومتر (اتاگو N50E، ساخت ژاپن) مقدار بریکس محلول خوانده شد، مقدار خوانده شده در عدد ۵ ضرب و پاسخ به عنوان بریکس نمونه مورد آزمایش گزارش شد (National Standard of Iran 2013).

- رطوبت ژله

حدود ۵ گرم از نمونه ژله در یک ظرف که قبلا به وزن ثابت رسیده با دقت توزین و نمونه با حرکت‌های ملایم در ته ظرف پخش شد. ظرف حاوی نمونه در آون با دمای ۵±۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت قرار داده شد. پس از آن ظرف از آون خارج و در دسیکاتور سرد و مجددا توزین شد. عمل حرارت دادن و سرد کردن در دسیکاتور تا رسیدن به وزن ثابت تکرار شد (National Standard of Iran 2013).

مقدار رطوبت موجود، در صد گرم نمونه مورد آزمایش با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد:

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{W_2 - W}{W_1} \times ۱۰۰$$

W_1 وزن ظرف حاوی نمونه قبل از خشک کردن، W_2 وزن ظرف حاوی نمونه بعد از خشک کردن و W وزن نمونه به گرم است.

- سفتی بافت ژله

سفتی بافت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه آنالیز بافت (سنتام، ایران) با پروپ استوانه‌ای ۲۲ میلی‌متر، عمق نفوذ ۴ میلی‌متر و سرعت ۲ میلی‌متر بر ثانیه اندازه‌گیری شد (Rezaee Zadeh *et al*., 2016).

- اسیدیته

دو گرم نمونه ژله به دقت توزین کرده و به یک ارلن مایر انتقال داده شد. پس از رقیق‌سازی با آب مقطر خنثی شده و افزودن یک میلی‌لیتر محلول شناساگر فنل فتالئین با محلول هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تیتر شد. در هنگام تیتراسیون محلول محتوی ارلن مرتبا هم زده شد و نقطه پایان تیتراسیون زمانی گزارش شد که رنگ صورتی ظاهر

شده در محیط برای مدت ۳۰ ثانیه پایدار ماند (National Standard of Iran 2013).

مقدار اسیدیته موجود در صد گرم نمونه مورد آزمایش، بر حسب اسید سیتریک با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد.
رابطه (۲) 100 × = درصد اسیدیته بر حسب اسید سیتریک
V = حجم محلول هیدروکسید سدیم مصرف شده در تیتراسیون به میلی‌لیتر
N = نرمالیته محلول هیدروکسید سدیم مصرف شده در تیتراسیون
W = وزن نمونه مورد آزمایش به گرم و یا حجم نمونه مورد آزمون به میلی‌لیتر

- فعالیت آبی ژله

به منظور تعیین فعالیت آبی، وزن‌های مساوی از هر نمونه ژله کاملا خرد گردید و فعالیت آبی نمونه‌ها توسط دستگاه a_w متر (نواسینا، مدل lab Master، ساخت سوئیس) اندازه‌گیری شد (Sahan *et al*., 2008).

- رنگ

رنگ نمونه‌های ژله با استفاده از دستگاه IMG Pardazesh, Cam- system XI (شرکت ابزارکاران فن پویای شمال- هسته فن آور مستقر در مرکز رشد واحدهای فن آوری طبرستان- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری) اندازه گیری شد و فاکتورهای *L، *a و *b مورد ارزیابی قرار گرفتند که فاکتور *L طیف سیاه تا سفید (۱۰۰-۰)، فاکتور*a طیف رنگی سبز تا قرمز (۱۲۰- تا ۱۲۰+) و فاکتور*b طیف رنگی آبی تا زرد را نشان می‌دهد (Rezaee Zadeh *et al*., 2016).

- ارزیابی حسی

برای صفات حسی نمونه‌های ژله از ارزیابی حسی به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای استفاده شد که در آن امتیازهای ۱ تا ۵ به ترتیب نشان‌دهنده خصوصیات بسیار بد، بد، متوسط، خوب و بسیار خوب بودند. برای این منظور، نمونه‌های کدگذاری شده با ابعاد کاملا یکسان در ظروف مشخص به همراه آب آشامیدنی و پرسشنامه در اختیار ۱۵ نفر ارزیاب قرار گرفتند و نمونه‌های ژله از لحاظ ویژگی‌های ظاهری، ویژگی‌های بافتی و طعم از قبیل شدت بو، شیرینی، رنگ و ظاهر، حالت ژله‌ای، شفافیت، چسبندگی به ظرف ارزیابی شدند و در نهایت، پذیرش کلی نمونه نیز مورد پرسش قرار گرفت (Khalilian *et al*., 2013).

- آزمون های میکروبی

برای اندازه‌گیری باکتری‌های مقاوم به اسید و باکتری‌های اسید لاکتیک، مطابق Standard and Industrial Research of Iran. (2017) و اندازه‌گیری کپک و مخمر مطابق Standard and Industrial Research of Iran. (2008) ابتدا ۱۰ گرم نمونه ژله در۹۰ میلی‌لیتر آب پپتون رقیق و هموژنیزه شد

- اندازه گیری باکتری‌های مقاوم به اسید

۱ میلی‌لیتر از رقت ۰/۱ به پلیت‌های استریل منتقل شده و سپس به دو پلیت محیط کشت آگار حاوی سرم پرتقال(OSA) و دو پلیت دیگر محیط کشت آگار چند منظوره حاوی توئین ۸۰ (APT) افزوده و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، گرمخانه گذاری گردید (Anon, 2017).

- شناسایی باکتری‌های اسیدلاکتیک

برای شناسایی باکتری‌های خانواده اسید لاکتیک، ۱ میلی‌لیتر از رقت ۰/۱ به پلیت‌های استریل حاوی محیط کشت MRS آگار افزوده و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت پنج روز گرمخانه‌گذاری گردید پس از ۵ روز از نظر باکتری‌های مقاوم به اسید مورد بررسی قرار گرفت (Anon, 2017).

- شناسایی کپک و مخمر

مقدار ۲ میلی‌لیتر از رقت ۰/۱ و مقدار ۲ میلی‌لیتر از رقت ۰/۰۱ را به ۴ پلیت استریل اضافه کرده و از محیط کشت دی کلران- رزبنگال کلرامفنیکل آگار (DRBC) به این پلیت‌ها انتقال داده شد. پلیت‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شده و پس از پنج روز از نظر کپک و مخمر بررسی گردید (Anon, 2008).

- تجزیه و تحلیل آماری

آزمایشات در قالب طرح کاملا تصادفی بر پایه آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور ژلاتین در دو سطح ۱ و ۲ درصد، شکر در پنج سطح جایگزینی صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰

درصد با استویا، در سه تکرار با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد و میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

یافته‌ها

اثر مستقل و متقابل فاکتورهای ژلاتین و استویا بر صفات مورد آزمون ژله در جدول شماره ۲ نشان داده شده است و در جدول ۳ میانگین صفات مورد بررسی بر اساس هر فاکتور مقایسه شدند.

- pH

افزایش غلظت ژلاتین و هم‌چنین افزایش سطوح جایگزینی شکر با استویا بر مقدارpH مورد اندازه‌گیری نمونه‌های ژله تاثیر معنی داری نداشت ($p>۰/۰۵$).

- بریکس

در این پژوهش مقدار بریکس ژله چای ترش در فرمولاسیون نمونه‌های مختلف از ۲/۱۶ تا ۳۲ متغیر بود. اثر مستقل استویا و متقابل ژلاتین استویا تاثیر معنی‌دار بر بریکس نمونه‌های ژله داشت. از لحاظ آماری بین نمونه‌های مختلف با افزایش غلظت ژلاتین اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$) و با افزایش سطوح مختلف جایگزینی شکر با استویا میزان بریکس نمونه‌ها کاهش پیدا کرد.

- رطوبت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مستقل هر دو فاکتور ژلاتین و سطوح جایگزینی شکر با استویا بر روی رطوبت نمونه‌های ژله معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). در غلظت یکسان از ژلاتین، میزان رطوبت نمونه‌های ژله با افزایش سطح جایگزینی شکر با استویا از صفر تا ۱۰۰ درصد نمونه‌ها افزایش یافت. افزایش سطوح غلظت ژلاتین از یک به دو درصد در سطوح یکسان جایگزینی شکر با استویا به دلیل افزایش میزان ماده خشک، رطوبت نمونه‌ها کاهش معنی‌داری پیدا کرد ($p<۰/۰۵$).

- اسیدیته

میزان اسیدیته اندازه گیری شده همه نمونه‌ها ثابت بود و افزایش غلظت ژلاتین و سطوح جایگزینی شکر با استویا تاثیری بر روی اسیدیته نمونه‌های ژله نداشت.

- فعالیت آبی

اثرات مستقل سطوح جایگزینی شکر با استویا بر فعالیت آبی نمونه‌های ژله تاثیر معنی‌داری داشت و اثر مستقل غلظت ژلاتین و اثر متقابل ژلاتین، استویا تاثیر معنی داری بر فعالیت آبی نمونه‌ها نداشتند. مقدار فعالیت آبی نمونه‌های مختلف بین ۰/۹۵۸ تا ۰/۹۹۲ بود. با افزایش سطوح جایگزینی شکر با استویا با سطح یکسان از غلظت ژلاتین، فعالیت آبی نمونه‌ها مانند رطوبت افزایش معنی‌داری پیدا کرد. افزایش غلظت ژلاتین از یک به دو درصد باعث کاهش فعالیت آبی نمونه‌های ژله شد، اما این تاثیر معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$).

- بافت

سفتی بافت نمونه‌های ژله بین ۰/۰۲ تا ۰/۳ گرم متغیر بود. افزایش سطوح جایگزینی شکر با استویا تاثیری بر میزان سفتی بافت نداشت($p>۰/۰۵$). با افزایش درصد ژلاتین مصرفی، سفتی و استحکام بافت نمونه‌های ژله به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<۰/۰۵$)

- رنگ

میزان فاکتور L^* در نمونه‌های ژله از ۱۰/۱ تا ۲۱/۹۰ متغیر بود که بیشترین مقدار در هر دو غلظت ژلاتین مربوط به نمونه با ۱۰۰ درصد جایگزینی شکر با استویا می‌باشد. در اکثر تیمارها نمونه‌های ژله در این فاکتور دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($p<۰/۰۵$) و با افزایش سطوح جایگزینی شکر با استویا رنگ ژله‌ها روشن‌تر شد. با افزایش ژلاتین در سطوح یکسان جایگزینی شکر با استویا نیز، فاکتور L^* روند افزایشی داشت ($p<۰/۰۵$).

مقدار a^* در نمونه‌ها مختلف ژله از ۱۹/۹۱ تا ۲۴/۶۶ بوده که بین نمونه‌های مختلف با درصد مختلف ژلاتین اختلاف معناداری وجود نداشت($p>۰/۰۵$) و در غلظت یکسان ژلاتین با افزایش سطوح جایگزینی شکر با استویا فاکتورa^* طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($p<۰/۰۵$).

مقدار فاکتور b^* از ۹/۲۷ تا ۱۱/۳۴ متغیر بود که بیشترین مقدار آن مربوط به نمونه‌هایی با صد درصد جایگزینی شکر با استویا بود. با افزایش غلظت ژلاتین از

یک به دو درصد در نمونه‌های با سطوح جایگزینی یکسان روند افزایشی آن بدون تفاوت معنی‌دار بود ($p>0/05$). هم‌چنین در غلظت‌های ثابت ژلاتین با افزایش سطوح جایگزینی شکر با استویا فاکتور b* اکثر نمونه‌ها افزایش معنی‌داری یافت ($p<0/05$).

جدول شماره ۲- اثرات مستقل و متقابل ژلاتین و استویا بر خواص فیزیکوشمیایی ژله چای ترش

	ژلاتین	استویا	ژلاتین*استویا
pH	ns ۰/۰۰۱	ns ۰/۰۴۱	ns ۰/۱۱۱
بریکس	ns ۱/۴۰	۳۲۱۴/۱۶*	۰/ ۶۳۳*
رطوبت	۹/۳۱*	۴۱۹۳/۹۰*	ns ۰/۷۸۵
فعالیت آبی	ns ۵ E –۲/۶۱۳	* ۰/۰۰۴	ns ۶ E –۱/۸۶۷
بافت	* ۰/۴۷۶	ns ۰/۰۰۱	ns ۰/۰۰۳
L*	* ۱۱/۵۴	* ۶۲/۳۴	ns ۱/۵۶
a*	ns ۱۲/۱۳	* ۴۲/۷۲	ns ۴/۳۵
b*	ns ۰/۶۰۵	* ۲۷/۷۲	* ۹/۲۲

*وns به ترتیب اثرات معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و غیرمعنی‌دار می‌باشد

جدول ۳- مقایسه میانگین خواص فیزیکوشمیایی نمونه‌های مختلف ژله چای ترش

نمونه ها	ژلاتین (درصد)	استویا (درصد)	pH	بریکس	رطوبت (درصد)	فعالیت آبی (درصد)	بافت (نیوتون)	L*	a*	b*
J_1	۱	٪۰	۲/۶۳^{a}	۳۱/۳۳^{a}	۶۴/۳۹^{i}	۰/۹۵۸^{e}	۰/۰۵۰^{b}	۱۶/ ۹۴^{f}	۱۹/ ۹۱^{d}	۹/۲۷^{d}
J_2	۱	٪۲۵	۲/۸۴^{a}	۲۴/۳۳^{b}	۷۳/۳۴^{g}	۰/۹۷۰^{d}	۰/۰۵۰^{b}	۱۷/ ۶۴^{ef}	۲۰/۷۳^{cd}	۸/۹۹^{d}
J_3	۱	٪۵۰	۲/۸۲^{a}	۱۷^{c}	۸۲/۳۴^{e}	۰/۹۸۴^{c}	۰/۰۲۴^{b}	۱۹/۲۹ ^{cde}	۲۱/۹۱ ^{bcd}	۹/۹۳^{bd}
J_4	۱	٪۷۵	۲/۶۷^{a}	۱۰/۳۳^{d}	۹۰/۳۳^{c}	۰/۹۹۰^{bc}	۰/۰۴۳^{b}	۲۱/۲۱^{cd}	۲۲/۳۲ ^{bcd}	۱۰/۲۲ ^{abd}
J_5	۱	٪۱۰۰	۲/۶۴^{a}	۲/۱۶^{e}	۹۸/۰۹^{a}	۰/۹۸۲^{a}	۰/۰۵۷^{b}	۱۸/۹۱^{ab}	۲۱/۷۱ ^{bcd}	۱۱/۲۷^{a}
J_6	۲	٪۰	۲/۷۲^{a}	۳۲^{a}	۶۳/۵۵^{i}	۰/۹۶۰^{e}	۰/۲۹۷^{a}	۱۸/۲۷^{def}	۲۰/۶۲^{cd}	۹/۳۹^{d}
J_7	۲	٪۲۵	۲/۷۰^{a}	۲۵^{b}	۷۲/۶۱^{h}	۰/۹۷۲^{d}	۰/۳۱۰^{a}	۱۸/۵۸^{de}	۲۱/۲۳^{cd}	۹/۱۸^{bd}
J_8	۲	٪۵۰	۲/۶۹^{a}	۱۷^{c}	۸۱/۲۰^{f}	۰/۹۸۶^{c}	۰/۳۰۳^{a}	۲۱/۳۴^{bc}	۲۳/۹۵ ^{abc}	۷/۵۰^{ab}
J_9	۲	٪۷۵	۲/۷۳^{a}	۱۰^{d}	۸۸/۶۸^{d}	۰/۹۹۲^{b}	۰/۲۹۷^{a}	۲۱/۹۰^{ab}	۲۴/۶۶^{ab}	۱۰/۹۹^{a}
J_{10}	۲	٪۱۰۰	۲/۸۱^{a}	۲/۳۳^{e}	۹۶/۸۷^{b}	۰/۹۸۳^{a}	۰/۲۷۷^{a}	۲۰/۱۰^{a}	۲۲/۴۷^{a}	۱۱/۲۰^{a}

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ دارند.

- ارزیابی حسی

در جدول ۴ اثر مستقل و متقابل ژلاتین و سطوح جایگزینی شکر بر صفات حسی نمونه‌های ژله چای ترش نشان داده شده است و در جدول ۵ میانگین صفات مورد بررسی مقایسه شدند. نتایج مربوط به ارزیابی حسی نشان داد افزایش میزان ژلاتین و افزایش سطوح جایگزینی شکر با استویا تأثیری بر شدت بوی ژله چای ترش نداشت ($p>0/05$) (Boland *et al.*, 2004).

در شیرینی نمونه‌های ژله همانند اسیدیته نمونه ژله با افزایش غلظت ژلاتین و افزایش سطوح جایگزینی شکر با استویا تغییر معنی‌داری مشاهده نشد($p>0/05$). با افزایش میزان غلظت ژلاتین، امتیازهای داده شده به رنگ و ظاهر و همچنین شفافیت نمونه‌ها کاهش و حالت ژله‌ای افزایش پیدا کرد. همچنین با افزایش سفتی نمونه میزان چسبندگی ژله به ظرف نیز کاهش یافت و امتیاز داده شده به نمونه‌های دارای ژلاتین بالاتر از نظر عدم چسبندگی بیشتر شد.

- آزمون میکروبی

مطابق نتایج آزمون میکروبی در جدول شماره ۶ در

نمونه‌های j1 تا j5 (حاوی ژلاتین با غلظت ۱٪ با سطوح جایگزینی مختلف استویا)، باکتری‌های اسید لاکتیک، مقاوم به اسید، کپک و مخمر کمتر از ۱۰ عدد در هر گرم مشاهده شد. در نمونه‌های j6 تا j10 (حاوی ژلاتین با غلظت ۲٪ با سطوح جایگزینی مختلف استویا)، هیچ کدام از باکتری‌های مقاوم به اسید، اسید لاکتیک، کپک و مخمر مشاهده نشد.

جدول ٤- اثرات مستقل و متقابل ژلاتین و استویا بر خواص حسی ژله چای ترش

منابع تغییرات	ژلاتین	استویا	ژلاتین*استویا
شدت بو	۰/۹۸۰ ns	۲/۲۸ ns	۲/۵۲ ns
شیرینی	۲/۴۲ ns	۷/۲۰ ns	۲/۸۸ ns
رنگ و ظاهر	۷/۲۲*	۷/۶۰ ns	۲/۸۸ ns
حالت ژله‌ای	۱۱/۵۲*	۱/۶۰ ns	۳/۲۸ ns
شفافیت	۸*	۶/۵۲ ns	۲/۶۰ ns
چسبندگی به ظرف	۱۱/۵۲*	۳/۶۸ ns	۵/۲۸ ns
پذیرش کلی	۵/۱۲۰*	۱۱/۶۰ *	۴/۸۸ ns

*وns به ترتیب اثرات معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و غیرمعنی‌دار می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین ارزیابی حسی نمونه‌های مختلف ژله چای ترش

نمونه‌ها	ژلاتین	استویا	شدت عطر	شیرینی	رنگ و ظاهر	حالت ژله‌ای	شفافیت	چسبندگی به ظرف	پذیرش کلی
J_1	۱	٪۰	۳/۶۰ a	۳/۶۰ a	۴/۲۰ ab	۳/۸۰ abc	۳/۸۰ abcd	۳/۲۰ abc	۳/ ۸۰ bac
J_2	۱	٪۲۵	۳/۶۰ a	۳/۲۰ a	۴/۲۰ ab	۳/۶۰ abc	۴ abc	۲/۶۰ c	۳/۶۰ bac
J_3	۱	٪۵۰	۳/۶۰ a	۲/۶۰ a	۳/۴۰ ab	۳/۲۰ bc	۳/۴۰ abcd	۲/۸۰ bc	۲/۴۰ c
J_4	۱	٪۷۵	۳ a	۲/۶۰ a	۳/۲۰ ab	۳ c	۴/۴۰ a	۳/۴۰ abc	۲/۶۰ bc
J_5	۱	٪۱۰۰	۳ a	۲/۴۰ a	۴/۴۰ a	۴ abc	۴/۲۰ ab	۴ abc	۳ bc
J_6	۲	٪۰	۳ a	۳/۲۰ a	۳/۴۰ ab	۴/۶۰ ab	۳ bcd	۴/۴۰ a	۳/۸۰ bac
J_7	۲	٪۲۵	۳/۶۰ a	۴ a	۳/۸۰ ab	۴/۶۰ ab	۴ abc	۴/۶۰ a	۴/۶۰ a
J_8	۲	٪۵۰	۲/۶۰ a	۳/۴۰ a	۲/۶۰ b	۴/۲۰ abc	۲/۶۰ d	۳/۶۰ abc	۳/۴۰ abc
J_9	۲	٪۷۵	۳ a	۳/۴۰ a	۳ ab	۴/۸۰ a	۳/۴۰ abcd	۴/۲۰ ab	۴ ab
J_{10}	۲	٪۱۰۰	۳/۲۰ a	۲/۶۰ a	۲/۸۰ ab	۴/۲۰ abc	۲/۸۰ cd	۴ abc	۲/۸۰ bc

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ دارند.

جدول ٦- نتایج آزمون میکروبی نمونه‌های ژله چای ترش

ویژگی	j_1	j_2	j_3	j_4	j_5	j_6	j_7	j_8	j_9	j_{10}
باکتری‌های اسید لاکتیک	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	_	_	_	_	_
باکتری‌های مقاوم به اسید	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	_	_	_	_	_
کپک	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	_	_	_	_	_
مخمر	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	کمتر از ۱۰	_	_	_	_	_

نمونه‌های j_1 تا j_5 ژله حاوی یک درصد ژلاتین و نمونه‌های j_6 تا j_{10} ژله حاوی دو درصد ژلاتین به ترتیب هر سری از آن‌ها با سطوح جایگزینی ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ ٪ شکر با استویا می‌باشند.

بحث

- pH

عامل اصلی تعیین کننده pH در فرمولاسیون، ژله عصاره چای ترش بوده که در نمونه‌های مختلف این پژوهش به مقدار ثابت استفاده شد و افزایش غلظت ژلاتین و استویا تاثیری برpH نمونه‌های مختلف نداشت. تحقیق صورت گرفته بر ژله کم کالری با استفاده از میوه‌های گرمسیری نظیر موز، آناناس، جایگزینی شکر با شیرین کننده‌های آسپارتام و آسه سولفام و قند الکلی سوربیتول توسط Acosta و همکاران (2008) نیز بر عدم تاثیر فرمولاسیون و نوع قند بر pH نمونه‌های ژله دلالت داشت. همچنینKhouryie و همکاران (2005) ثر نوع قند بر pH ژله را بی‌تأثیر اعلام کردند.

- بریکس

بریکس نشان دهنده میزان مواد جامد محلول در آب می‌باشد. با افزایش سطوح مختلف جایگزینی شکر با استویا میزان بریکس نمونه‌ها به دلیل کاهش ماده خشک کاهش پیدا کرد به طوریکه که بیشترین میزان بریکس مربوط به نمونه فاقد شیرین کننده استویا و کمترین میزان بریکس مربوط به نمونه‌های با صد درصد جایگزینی شکر با استویا بود. اثر کاهنده قند استویا بر میزان بریکس نمونه‌ها به وسیله محققین دیگر نیز گزارش شده است از جمله در تحقیق Ajeli و همکاران (2014) به جایگزینی شیرین کننده شکر با استویا، در تولید نوشیدنی پرتقالی رژیمی نشان داد که استفاده از استویا باعث کاهش معنی‌دار در میزان بریکس شد.

- رطوبت

رطوبت بیانگر میزان آب آزاد نمونه می‌باشد که در اثر خشک شدن خارج می‌شود (Fatemi, 2008). در این پژوهش با افزایش غلظت ژلاتین از یک به دو درصد به دلیل افزایش میزان ماده خشک، رطوبت نمونه‌ها کاهش معنی‌داری پیدا کرد. هم‌چنین ژلاتین دارای ماهیت پروتئینی می‌باشد و جذب آب از مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی پروتئین‌ها می‌باشد. این پدیده نه تنها بر ساختمان فیزیکی و خصوصیات فرآیندی ماده غذایی حاوی پروتئین عمیقا اثر می‌گذارد، از نقطه نظر فساد مواد غذایی نیز به دلیل تاثیری که بر روی فعالیت آبی دارد بسیار حائز اهمیت است (Fatemi, 2008). در غلظت یکسان از ژلاتین، میزان رطوبت نمونه‌های ژله با افزایش سطح جایگزینی شکر با استویا از صفر تا ۱۰۰ درصد به دلیل کاهش میزان ماده جامد نمونه‌ها افزایش یافت که در این ارتباط Hosseini Nezhad و همکاران (2015) در بهینه‌سازی فرمولاسیون پودر ژله با شیرین کننده سوکرالوز و ایزومالت نشان دادند درصد رطوبت نمونه‌های ژله با افزایش سطوح جایگزینی ایزومالت به دلیل جذب آب توسط قند الکلی ایزومالت کاهش پیدا کرد.

- اسیدیته

اسیدیته نمونه‌های ژله ۰/۰۳ درصد برحسب اسید سیتریک و در محدوده استاندارد ملی (تا کمتر از ۰/۸) بود. افزایش سطوح جایگزینی شکر با استویا و هم‌چنین افزایش میزان ژلاتین تأثیری بر تغییرات اسیدیته ژله چای ترش نداشت ($p>0/05$).

Rezaee Zadeh و همکاران (2016) نیز گزارش کردند مقدار اسیدیته ژله تحت تاثیر غلظت‌های متفاوت ژلاتین قرار نگرفت، که مطابق با یافته‌های این پژوهش است.

- فعالیت آبی

با افزایش سطوح جایگزینی شکر با استویا با سطح یکسان از غلظت ژلاتین، فعالیت آبی نمونه‌ها مانند رطوبت افزایش معنی‌داری پیدا کرد. به طوری‌که نمونه ژله با سطوح جایگزینی صد درصد شکر با استویا بیشترین فعالیت آبی را داشت در حالیکه ژله فاقد استویا به علت میل ترکیبی شکر با آب و پیوندهای میان این دو دارای کمترین فعالیت آبی بود. افزایش غلظت ژلاتین از یک به دو درصد باعث افزایش شدت اتصال مولکول‌های آب شده و در نهایت باعث کاهش فعالیت آبی نمونه‌های ژله شد، اما این تاثیر معنی‌دار نبود ($p>0/05$).

Khouryieh و همکاران(2005) نیز گزارش کردند که نمونه‌های دارای سطوح بالاتر از شکر فعالیت آبی بیشتری داشتند. هم‌چنین میزان فعالیت آبی در ژله‌های عصاره انار ۰/۹۸۴ تا ۰/۹۵۵ گزارش شد که در محدوده این تحقیق بوده است (ventura *et al.*, 2013).

- بافت

ویژگی‌های بافتی یک ماده غذایی آن دسته از ویژگی‌های فیزیکی هستند که از عناصر ساختاری غذا منشا گرفته و عمدتا توسط حواس شش گانه درک می‌شود. بافت به صورت دستگاهی با قرار دادن ماده غذایی تحت یک نیرو از طریق تغییر شکل، متلاشی شدن و جریان یافتن، با ترکیبی از جرم، فاصله و زمان قابل اندازه‌گیری است (Javadzade *et al.*, 2013).

اتصال ژلاتین، قند و جذب آب توسط ژلاتین باعث گردید که بافت نهایی نمونه‌هایی که حاوی ژلاتین بیشتری می‌باشند، سختی نسبتا بیشتری از خود نشان دهند (Rezaee Zadeh *et al.*, 2016). در این پژوهش نیز با افزایش درصد ژلاتین مصرفی، سفتی و استحکام بافت نمونه‌های ژله به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0/05$) Lee . و همکاران (2010) به بررسی بهبود خواص بافتی ژله پوست موز پرداختند و گزارش کردند با افزایش پودر پوست موز و پکتین به آب حاوی شکر، سفتی بافت ژله تولیدی افزایش یافت.

- رنگ

رنگ ماده غذایی فراهم آورنده ظاهری زیبا برای ماده غذایی است. در یک بررسی که در دهه قبل در آمریکا صورت گرفت مصرف کنندگان به ترتیب اهمیت، خصوصیات سلامت بهداشتی، رنگ و در مرتبه سوم مزه غذا را پارامترهای موثر در انتخاب یک ماده غذایی انتخاب کردند. مصرف کنندگان مواد غذایی مورد نیاز خود را در فروشگاه‌ها در مرحله اول بر اساس ادراک دیداری انتخاب می‌کنند. ظاهر و رنگ محصول تنها فاکتورهای کیفی در دسترس هستند که اطلاعات مستقیم از خود ماده غذایی در اختیار قرار می‌دهند (Fatemi, 2008). این پارامترها بسیار مهم می‌باشند چون باعث رد محصول حتی قبل از گذاشتن در دهان می‌شود. امروزه از پارامترهای رنگ سنجی a*، b*، L* جهت اندازه گیری و گزارش آن استفاده می‌شود.

با افزایش سطوح جایگزینی شکر با استویا رنگ ژله‌ها روشن‌تر و فاکتور L^* افزایش پیدا کرد. با افزایش ژلاتین در سطوح یکسان جایگزینی شکر با استویا نیز، فاکتور L* روند افزایشی داشت ($p<0/05$). Khalilian و همکاران (2013) طی پژوهشی به این نتیجه رسیدند که افزایش درصد هیدروکلوئیدهای گزانتان و پکتین در فرمولاسیون پاستیل طالبی، منجر به ایجاد روند افزایشی در L* می‌گردد و فاکتور a* نیز در غلظت یکسان ژلاتین با افزایش سطوح جایگزینی شکر با استویا بطور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($p<0/05$). پودر ژلاتین از نظر رنگ ظاهری زرد کمرنگ بوده و ژل حاصل از آن نیز به رنگ کرم بوده و افزایش b* در غلظت بالاتر ژلاتین را می‌توان به حضور ژلاتین نسبت داد. هم‌چنین در غلظت‌های ثابت ژلاتین با افزایش سطوح جایگزینی شکر با استویا فاکتور b* اکثر نمونه‌ها افزایش معنی‌داری یافت ($p<0/05$).

- ارزیابی حسی

دانشمندان در پژوهشی پیرامون ژل‌های ژلاتین و پکتین اظهار داشتند که رهاسازی طعم به طورمعنی داری با بافت ژل در ارتباط بوده، ژل ژلاتین بدلیل ایجاد بافت سخت‌تر باعث رهایش کمتر مواد طعم‌دار شده و شیرینی نمونه‌های ژله با افزایش غلظت ژلاتین و افزایش سطوح جایگزینی شکر با استویا تغییر معنی‌داری مشاهده نشد در حالی که Sousa و همکاران (1997) میان اسیدیته و شیرینی نمونه‌های ژله انگور سفید حاوی پکتین با درجه متوکسیل پایین همبستگی منفی گزارش کردند. افزایش میزان غلظت ژلاتین، امتیازهای داده شده به رنگ و ظاهر و همچنین شفافیت نمونه‌ها را کاهش و حالت ژله‌ای افزایش داد که نشان دهنده سفتی بافت نمونه‌ها بود که با سفتی بافت اندازه‌گیری شده توسط دستگاه بافت سنج نیز مطابقت داشت.

- آزمون میکروبی

نتایج آزمون میکروبی هر دو سری نمونه‌ها با استاندارد ملی ایران شماره 8898 (2017) مربوط به ویژگی‌های میکروبیولوژی ژله مطابقت داشت. همانطور که نتایج اندازه‌گیری رطوبت نشان داد، با افزایش غلظت ژلاتین به دلیل قدرت هیدروکلوئید ژلاتین در جذب و نگهداری آب، رطوبت و فعالیت آبی نمونه‌های ژله با کاهش معنی‌داری همراه بود که در نتیجه در نمونه‌های ژله حاوی ۲٪

ژلاتین هیچ کدام از باکتری‌های مقاوم به اسید و باکتری اسیدلاکتیک، کپک و مخمر رشد نکرد و نتایج مربوط در محدوده قابل قبول استاندارد (CFU[1] <10 g) بوده است

نتیجه‌گیری

ژلاتین به عنوان ماده پرمصرف در صنایع غذایی، دارویی است. همچنین ژلاتین پوست مرغ با داشتن پتانسیل رقابت با ژلاتین حاصل از سایر منابع مانند ژلاتین پوست خوک و غیره می‌تواند به عنوان جایگزین در کشور استفاده شود. ویژگی‌های حسی و فیزیکوشیمیایی نمونه‌های ژله چای ترش نشان داد که استفاده از شیرین کننده استویا می‌تواند جایگزین مناسبی در فرمولاسیون ژله کم کالری با حفظ ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، حسی-چشایی باشد هم‌چنین گیاه چای ترش به خاطر داشتن خواص دارویی، ویژگی‌های فراسودمند را برای محصول ژله چای ترش فراهم می‌کند. استفاده از ژلاتین استخراج شده پوست مرغ به عنوان عامل ژله‌ای کننده در سطوح یک و دو درصد و استویا با سطوح جایگزینی صفر تا صد درصد با شکر در فرمولاسیون ژله چای ترش نشان داد که با افزایش درصد ژلاتین سفتی بافت نمونه‌ها و فاکتور*L افزایش و رطوبت نمونه‌ها کاهش معنی‌داری پیدا کرد در حالی‌که پارامترهای بریکس، فعالیت آبی، a^* و b^* نمونه ها به طور معنی داری تفاوت نداشت($p>0/05$).همچنین با افزایش غلظت ژلاتین به دلیل سفتی بافت حالت ژله‌ای افزایش و چسبندگی نمونه‌ها به ظرف، رنگ و شفافیت نمونه‌ها کاهش پیدا کرد. با افزایش سطوح جایگزینی استویا با شکر پارامترهای رطوبت و فعالیت آبی به دلیل کاهش میزان ماده خشک جامد افزایش و بریکس نمونه‌ها کاهش پیدا کرد. فاکتورهای رنگ(L* ، a*،b*) نیز با افزایش سطوح جایگزینی استویا با شکر تفاوت معنی داری پیدا کردند.

منابع

Acosta, O., Viquez, F. & Cubero, E. (2008). Optimization of low calorie mixed fruit jelly by response surface methodology. Food Quality and Preference, 19 (1), 79-85.

Adisak, A. (2010). Optimization of Ingredients for the Manufacture of Sugar-free Konjac Jelly Drinks by Response Surface Methodology. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4(8), 3546-3552.

Ajeli, A., Aryanfar, A. & Safari, A. (2014). The use of natural stevia sweetener as a substitute for sucrose in orange drink and its physicochemical and sensory properties. Third National Conference on Food Science and Technology, Islamic Azad University, Quchan Branch [In Persian].

Akhavan Mahdavi, S., Jafari, S. M., Assadpour, E. & Ghorbani, M. (2016). Storage stability of encapsulated barberry's anthocyanin and its application in jelly formulation. Journal of Food Engineering. 1-8.

Almedia, P., Silva Lannes, S., Calarge, F., Brito Farias, T. & Curvelo Santana, J. (2012). Characterization of gelatin from chicken feet. Journal of Chemistry and Chemical Engineering, 6(11), 1029-1032.

Anon. (2013). Jelly Products Test Features and Methods. Standard and Industrial Research of Iran, Amendment No. 1, No. 2682 [In Persian].

Anon. (2008). Food and Animal Nutrition Microbiology Comprehensive Method for Counting Yeasts and Molds Part One: Colon Counting Methods for Equivalent Products with Equal Activity or Less than 0.95. Standard and Industrial Research of Iran, No. 2-10899 [In Persian].

Anon. (2017). Jam Microbiology, Marmalade and Jelly, Characteristics and Methods of Microbiological Testing. Standard and Industrial Research of Iran, No. 8898, First Review [In Persian].

Boland, A. B., Buhr, K., Giannouli, P. & Van Ruth, S. M. (2004). Influence of gelatin, starch, pectin and artificial saliva on the release of 11 flavour compounds from model gel systems. Food Chemistry, 86(3), 401-411.

Boland, A. B., Delahunty, C. M. & Van Ruth, S. M. (2006). Influence of the texture of gelatin gels and pectin gels on strawberry flavour release and perception. Food Chemistry, 96, 452-460.

Edwards, W. P. (2000). The Science of Sugar Confectionery. The Royal Society of Chemistry: Cambridge, pp. 166.

[1] Colony Forming Units

Farmani, J. & Rostammiri, L. (2015) Characterization of chicken waste fat for application in food technology. Journal of Food Measurement and Characterization springer 9.2, 143-150.

Fatemi, H. (2008). Food Chemistry, Tehran Publishing Company [In Persian].

Francisca, L. S., Kristensen, M., Mikkelsen, C. B. & Sandau, N. (2010). Sweet confectionery products, U.S. patent 12/447, 586.

Gramza, M. & Regula, J. (2007). Use of Tea Extracts (Camelia sinensis) in Jelly Candies as Polyphenols Sources in Human Diet. Medical and Life Sciences Health Management, p. 43 – 46.

Hashemi, N., Rabiee, H., Tavakolipour, H. & Gazerani, S. (2014). Effect of Stevia (Stevia rebaudiana) as a Substitute for Sugar on Physicochemical, Rheological and Sensory Properties of Dietary Saffron Syrup. Saffron Agronomy & Technology, 2, 303-310 [In Persian].

Hosseini Nezhad, M., Mohtashami, M. & Kamali, M. (2015). Optimizing the formula of a low calorie fruit powder jelly using sucralose and isomalt. Research and Innovation in Food Science and Technology. Volume 4, Number 1, 74-84 [In Persian].

Javadzade, M., Rezvani Moghadam, P. & Asili, J. (2013). Evaluation of the pharmacological effects of sour tea medicinal plant from the perspective of traditional medicine. The first conference on the use of medicinal plants in lifestyle and traditional medicine. Torbat Heydariyeh, Torbat Heydariyeh University [In Persian].

Khalilian, S., Shahidi, F., Elahi, M. & Mohebi, M. (2013). Investigation of tissue characteristics and acceptance of fruit pastilles based on cantaloupe puree and the relationships between them using response level methods and analysis of the main components. Journal of Innovation in Science and Food Technology. 5(4), 81-76 [In Persian].

Khouryieh, H. A., Aramouni, F. & Herald, T. J. (2005). Physical, chemical and sensory properties of sugar-free jelly. Journal of Food Quality, 28(2), 179-190.

Kuan, Y. H., Nafchi, A. M., Huda, N., Ariffin, F. & Karim, A. A. (2016). Effects of sugars on the gelation kinetics and texture of duck feet gelatin. Food Hydrocolloids, doi: 10.1016/j.foodhyd.2016.02.025.

Lee, H. E., Yeom, J., Ha, S. M. & Bae, H. D. (2010). Development of Banana Peel Jelly and its antioxidant and textural properties. Food Science and Biotechnology, 19(2), 449-455.

Moghaddas Kia, E., Nabipour, M., Ghasempour, Z., Naseri, L. & Ehsani, A. (2018). A survey about qualitative and sensory indices of edible jelly containing pomegranate concentrate and Lactobacillus paracasei. Journal of Food Science and Technology, 15 (77), 88-79 [In Persian].

Rezaee Zadeh, A. & Raftani Amiri, Z. (2016). Extraction and characterization of gelatin from chicken feet and its application in cantaloupe jelly. Iranian Food Science and Technology Research journal, 13(2), 322-332 [In Persian].

Sahan, N., Yasar, K. & Hayaloglu, A. A. (2008). Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β-glucan hydrocolloidal composite during storage. Journal of Food Hydrocolloids, 22, 1291-1297.

ShahiriTabarestani, H., Maghsoudlou, Y., Motamedzadegan, A. & SadeghiMahoonak, A. R. (2010). Optimization of physico-chemical properties of gelatin extracted from fish skin of rainbow trout (Onchorhynchusmykiss). Bioresource Technology, 101, 6207-6214.

Sousa, N. M., Matias, C. & Laureano, O. (1997). The texture of low calorie grape juice jelly. European food research and technology/ Z Lebensm unters forsch A. 205, 140–142.

Strauss, G. & Gibson, S. (2004). Plant phenolics as cross-linkers of gelatin gels and gelatin-based coacervates for use as food ingredients. Food Hydrocolloids 18, 81-89.

Trachootham, D., Songkaew, W., Hongsachum, B., Wattana, Ch., Changkluengdee, N. & Karapoch, J. (2015). Jelly may improve quality of life and decrease tube feeding demand in head and neck cancer patients, Support care cancer. 23, 1421–1430.

Ventura, J., Alarcón, A., Roman-Ramos, R., Campos, E., Maria, L., Reyes- Vega, V., Daniel, B., Iván Jasso E. & Cristóbal, N. (2013). Quality and antioxidant properties of a reduced-sugar pomegranate juice jelly with an aqueous extract of pomegranate peels. Food Chemistry, 136, 109–115.

Yazdani, F., Raftani Amiri, Z. & Shahiri Tabarestani, H. (2018). Optimization of Pre-treatment Conditions for Producing Gelatin from Chicken Skin by Response Surface

Methodology. Journal of New Food Technologies, 5(3), 415-426 [In Persian].

.

Preparation of Low Calorie Sour Tea Jelly Using Stevia and Gelatin of Chicken Skin- Evaluation of the Product

F. Yazdani [a], Z. Raftani Amiri [b*], H. Shahiri Tabarestani [c]

[a] Graduated of the Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
[b] Professor of the Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
[C] Assistant Professor of the Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran.

Received: 1 October 2019 Accepted: 4 July 2020

Abstract

Introduction: The aim of this study was to produce low-calorie jelly using sour tea as a natural coloring agent, gelatin extracted from chicken skin with stevia as sweetener.

Materials and Methods: Chicken skin gelatin was extracted by using alkaline-acid pre-treatment with 1 N of NaOH and 0.05 N hydrochloric acid. Gelatin was used at the concentrations of one and two percent (wt.%), Stevia with 0 to 100% replacement rates with sugar and sour tea at 20 wt.% for 100 g of jelly and 48 hours after gel production, pH measurement, Brix, moisture content, acidity, water activity, tissue stiffness, color, sensory analysis and microbial tests were performed. Experiments were conducted in a completely randomized design based on factorial experiment using SPSS software and compared with Duncan's multiple range test at 5% probability level.

Results: The results showed that by increasing gelatin concentration and the level of sucrose replacement with stevia did not have a significant effect on pH. By increasing the concentration of gelatin, texture hardness and L*, significantly increased and moisture decreased ($p<0.05$), whereas the parameters of brix, water activity, a* and b* of samples were not significantly different ($p> 0.05$). By increasing the levels of sucrose replacement with stevia and decrease of solids content the moisture, water activity and L *, a *, b * factors were significantly increased and the brix of the samples decreased.

Conclusion: Sensory and physicochemical properties of sour jelly samples showed that using chicken skin gelatin and stevia as sweetener could be a good alternative to low-calorie jelly formulation by preserving physical, chemical and sensory properties. Due to medicinal properties, sour tea provides beneficial contribution to sour jelly product

***Keywords*:** *Chicken Skin, Gelatin, Jelly, Sour tea, Stevia.*

* Corresponding Author: zramiri@gmail.com; z.raftani@sanru.ac.ir