تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۲۴ / شماره ۷۹/ پاییز و زمستان/۱۴۰۴/ ص۵۵ -۶۷

سایت مجله: https://fooder.areeo.ac.ir

نوع مقاله: پژوهشی

بررسی کاربرد صمغ کتیرا به جای پکتین در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی پاستیل پرتقالی

زهرا ارجائی [1*] و محمدرضا غزنوی [2]

[1*] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا، فسا، فارس، ایران

[2]دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا، فسا، فارس، ایران

تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۰۹/۰۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۴

چکیده

پاستیل جزو دسته آبنبات‌های ژله‌ای است که در صنایع غذایی و دارویی بسیار کاربرد دارد. این پژوهش با هدف ارزیابی امکان استفاده از صمغ بومی کتیرا به‌جای پکتین وارداتی در فرمولاسیون پاستیل به منظور بومی‌سازی و کاهش وابستگی به واردات اجرا شده است. بدین منظور پاستیل‌هایی با فرمولاسیون طبیعی شامل شیرهٔ خرما، پورهٔ پرتقال، اسید سیتریک و ژلاتین تهیه شد. رنگ لبو به عنوان آنتی اکسیدان و برای ایجاد رنگ مطلوب در پاستیل‌ها استفاده شد. شش تیمار پاستیل مختلف با استفاده از ۰/۵، ۱،۰، ۲ درصد پکتین و ۰/۵، ۱،۰، ۲ درصد کتیرا تهیه شد. نمونه ها از لحاظ بافت (سختی، الاستیسیته، چسبندگی، میزان صمغی بودن، قابلیت جویدن)، درصد رطوبت، شاخص رنگی (L* a* b*) و عوامل حسی با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج تحقیق نشان داد که با افزایش صمغ کتیرا، حفظ رطوبت در نمونه‌های پاستیل افزایش می‌یابد و در نتیجه شبکه محکمی از ژل تشکیل می‌شود که باعث افزایش استحکام، قابلیت جویدن و صمغی بودن می‌شود. با افزایش رطوبت در نمونه‌های پکتین، بافت پاستیل‌ها نرم‌تر شد و خاصیت صمغی کمتری پیدا کرد که منجر به کاهش قابلیت جویدن آنها شد. شاخص روشنایی (L*) در پاستیل‌های حاوی درصد بالاتر کتیرا به طور معنی‌داری (P<0.05) کاهش یافت .در عین حال، شاخص قرمزی (a*) و زردی (b*) در این نمونه‌ها افزایش یافت. در ارزیابی حسی، پاستیل حاوی ۲ درصد کتیرا از نظر رنگ و طعم پذیرش کمتری داشت. در کل، صمغ کتیرا در مقادیر ۰/۵ درصد می تواند جایگزینی مناسب برای پکتین در فرمولاسیون پاستیل باشد.

واژه‌های کلیدی: پاستیل میوه‌ای، صمغ کتیرا، پکتین، شیرهٔ خرما

مقدمه

پاستیل در خانوادهٔ آب نبات های صمغی دسته بندی می‌شود (Lubbers and Guichard, 2003). بافت کشسانی و لاستیکی پاستیل بر گرفته از ژلاتین، نشاسته یا پکتین است. خاصیت آدامسی بودن در پاستیل برای مصرف کننده لذت بخش است. طعم و بافت در پاستیل در کیفیت آن نقش موثری دارد (Pothu and Yamsani, 2014).

مصرف شیرینی پاستیل در بین افراد زیر ۱۷ سال بسیار رایج است. پاستیل‌ها به طور معمول کمتر از ۴۵ درصد میوه دارند و دیگر اجزای آن شامل شکر (گلوکز و ساکاروز)، رنگ و مواد قوام دهنده است. در سال‌های اخیر، افت کیفیت برخی محصولات، تولیدکنندگان را به تغییر فرمولاسیون و کاهش میزان قند در ترکیب پاستیل ترغیب کرده است (Teixeira-Lemos *et al.*, 2021).

استفاده از میوه‌ها و پوره‌های میوه در فرمولاسیون پاستیل، افزون بر کاهش مصرف شکر، سبب بهبود طعم، عطر و ارزش تغذیه‌ای پاستیل می‌گردد. فتاحی (Fatahi, 2016) نشان داد که تولید پاستیل میوه‌ای بر پایهٔ پوره زردآلو خواص حسی و بافتی مناسبی ایجاد می‌کند. استفاده از آناناس و پورهٔ پاپایا، باعث بهبود طعم و بافت محصول پاستیل می‌شود(Romo-Zamarrón *et al.*, 2019). استفاده از شیرهٔ خرما به‌جای قند در پاستیل‌ها، باعث کاهش شاخص

روشنایی *L و افزایش تیرگی و قرمزی رنگ پاستیل‌ها می‌شود و با افزایش شیره خرما بافت محصول سفت تر می‌گردد (Mohammadi Shendi and Zomorodi, 2017).

پکتین هیدروکلوئیدی است که در رهاسازی طعم در محصولات حاوی ژلاتین نقش موثری دارد. فرمولاسیون نوین فراورده‌های پاستیلی با استفاده از هیدروکلوئیدها در برخی تحقیقات مورد توجه بوده است (Boland *et al.*, 2006). نتایج ارزیابی ویژگی‌های حسی و پارامترهای رنگ پاستیل طالبی نشان داد که با افزایش غلظت پکتین از ۰/۲ تا ۰/۵ درصد و زانتان از صفر تا ۰/۳ درصد، تغییرات قابل توجهی در کیفیت ظاهری و پذیرش کلی ایجاد می‌شود. در میان نمونه‌ها، پاستیل‌های حاوی ۰/۲ درصد پکتین و ۰/۳ درصد زانتان بالاترین امتیاز رنگ و بیشترین پذیرش حسی را نشان داده‌اند (Khalilian *et al.*, 2014). با ارزیابی پاستیل تهیه شده از توت سفید با استفاده از هیدروکلوئید آگاردر در سه سطح (۰/۵، ۱، ۲ درصد) و پکتین در سه سطح (۰/۵، ۱، ۲ درصد) نشان داده شد افزودن هیدروکلوئید موجب کاهش فعالیت آبی نمونه‌ها و افزایش پارامترهای رنگی (*L) روشنایی می‌شود. افزایش غلظت صمغ آگار به میزان یک درصد، باعث بهبود میزان پیوستگی، الاستیسیته و قابلیت جویدن پاستیل‌ها می‌شود و میزان چسبندگی را کاهش می‌دهد (Basiri and Shahidi, 2015).

کتیرا صمغی است که از ساقهٔ گیاه گون (Astragalus) ترشح می‌شود. این صمغ به عنوان پایدارکننده، قوام دهنده و امولسیون کنندهٔ قوی در صنعت غذا قابل استفاده است (Weiping and Branwell, 2000). کاربرد کتیرا در فرمولاسیون محصولات لبنی، نان، کیک و دسرها مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است (Hadidi *et al.*, 2023; Nateghi *et al.*, 2019 ; Zomorodi *et al.*, 2018). ایران بزرگ‌ترین تولید کننده و صادرکنندهٔ این صمغ در جهان محسوب می شود. میزان صادرات کتیرا ۵۰۰ تن در سال است (FAO, 1995). این صمغ در استان های کردستان، کرمانشاه و آذربایجان تولید و فراوری می‌شود(Balaghi *et al.*, 2011). در مقابل، صمغ پکتین وابسته به واردات است و سالانه مقادیر قابل توجهی پکتین از دانمارک، آلمان و چین وارد می‌شود (Kiani *et al.*, 2010). این وابستگی به واردات علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید محصولات غذایی، باعث آسیب‌پذیری صنایع غذایی در برابر نوسان‌های ارزی و محدویت‌های واردات می‌شود. کتیرا صمغ طبیعی و بومی ایران و دارای ویژگی‌های مطلوبی از جمله پایداری حرارتی بالا، خاصیت قوام‌دهندگی مناسب و توانایی ایجاد بافت ژل مانند است. هدف از این تحقیق، بررسی امکان استفاده از صمغ کتیرا به عنوان جایگزین پکتین در تولید پاستیل است، به گونه ای که محصول نهایی از نظر ویژگی‌های بافتی، حسی و کیفیت کلی، قابلیت رقابت با نمونه‌های حاوی پکتین را داشته باشد.

مواد و روش‌ها

تهیهٔ نمونه های پاستیل میوه ای

صمغ کتیرا و پکتین پیش از اضافه شدن به فرمولاسیون، در مقدار جزئی آب در دمای ۸۰ درجه سلسیوس حل شد. ژلاتین ۵ درصد در حمام آب ۶۰ درجه سلسیوس به صورت هیدراته در آورده شد. برای تهیهٔ پاستیل، ۳۱ درصد پوره پرتقال، ۷/۵ درصد ژلاتین، ۴/۵ درصد شیرهٔ خرما، ۳ درصد رنگ طبیعی لبو و پکتین یا کتیرا، مخلوط شدند. سه تیمار پاستیل تهیه شده با کتیرا با ۰/۵، ۱، ۲ درصد و سه تیمار پاستیل با پکتین با ۰/۵، ۱، ۲ درصد تهیه شد. پنجاه درصد آب به‌صورت تدریجی به مخلوط و ۳ درصد اسید سیتریک در مرحلهٔ آخر برای حفظ طعم اضافه شد. هم‌زدن به شکل مداوم با دمای ۸۵ تا۹۰ درجه سلسیوس (به روش بن ماری) تا رسیدن به غلظت بریکس ۴۰ و pH برابر ۴/۵ ادامه یافت. مخلوط حاصل در قالب ریخته شد و به مدت ۳ ساعت در دمای ۵ درجه سلسیوس به‌منظور بستن ژل قرار گرفت. نمونه‌ها، پس از خروج از قالب، در یخچال نگهداری شدند تا آزمون‌های زیر روی نمونه‌ها صورت گیرد.

آزمون بافت

برای آزمون بافتی (TPA) از دستگاه آنالیز کنندهٔ بافت مدل TAxt2Texture ساخت آمریکا استفاده شد. در این آزمون، هریک از نمونه‌ها در ابعاد مشخص (۳×۳ سانتی‌متر) در محیط آزمایشگاهی برش داده شد و زیر پروپ دستگاه قرار گرفت. از پروب استوانه با قطر ۳۰ میلی متر با سرعت یک میلی‌متر بر ثانیه و نیروی ۵ گرم تا فشرده شدن ۳۰ درصد ارتفاع اولیه نمونه استفاده شد. ویژگی‌های بافتی مورد بررسی شامل سختی، پیوستگی، الاستیسیته، چسبندگی، و میزان جویدن بود (Khazaei *et al.*, 2014).

آزمون رطوبت

به منظور تعیین میزان رطوبتی نمونه‌های پاستیل میوه‌ای، ۱۰ گرم از هر یک از نمونه ها درون پلیت شیشه ای و درون آون با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شد. پس از خارج کردن نمونه‌ها از درون آون و توزین، مقدار رطوبت آنها بر مبنای وزن مرطوب از فرمول ۱ محاسبه گردید (Tsami and Marinous, 1990).

$$MC(\%wb) = \frac{W_m - W_{av}}{W_m} \times 100 \quad (۱)$$

در این فرمول: Wm و Wav به ترتیب وزن نمونه قبل و بعد از قرار دادن در آون است.

آزمون رنگ سنجی (L* a* b*)

پاستیل‌ها در ابعاد ۳×۳ برش داده شدند و نمونه ها درون جعبه با یک لامپ فلورسنت کم مصرف با توان ۲۰ وات با نور سفید قرار گرفتند. با یک دوربین دیجیتالی مدل Canon.6D ۲۰/۲ میلیون پیکسلی CMOS با فاصله ۳۵ سانتی‌متر از نمونه و عمود بر آن درون جعبه عکس‌برداری شد (فول‌فریم آن می‌تواند در گسترهٔ حساسیت (ISO) ۱۰۰ تا ۲۵۶۰۰ کار کند). پس از عکس‌برداری، عکس‌های دیجیتالی به نرم افزار فتوشاپ منتقل و از هر نمونه ۳ نقطه به طور تصادفی انتخاب گردید و فاکتورهای L*(بیانگر روشنایی)، a*(حدفاصل قرمزی تا سبزی) و b*(حد فاصل آبی تا زرد) اندازه‌گیری شد (Shalamzari and Erjaee, 2022).

ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی، از تست هدونیک ۵ نقطه‌ای (بسیار خوب، خوب، متوسط، ضعیف، بسیار ضعیف) استفاده شد. عدد ۱ نشانگر کمترین امتیاز و عدد ۵ نشانگر بیشترین امتیاز است. صفات شامل رنگ، طعم و بافت را ۱۵ ارزیاب آموزش دیده بررسی کردند.

روش تجزیه و تحلیل آماری داده ها

همهٔ آزمایش‌ها در ۳ تکرار اجرا شد، اطلاعات و نتایج بدست آمده از نمونه ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخهٔ ۲۰ آنالیز شد و داده‌ها ار طریق آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) تحلیل شدند و پس از آن برای مقایسهٔ میانگین‌ها و بررسی اختلاف معنی‌دار بودن بین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی دار ۹۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه‌ای آزمون‌های بافتی پاستیل با درصدهای متفاوت پکتین و کتیرا

سختی، مقاومت ماده در برابر فشار است. جدول ۱ مقادیر سختی پاستیل‌های تهیه‌شده را با درصدهای مختلف پکتین و کتیرا بر اساس نتایج به‌دست آمده از دستگاه بافت‌سنج نشان می‌دهد. در میان نمونه‌های حاوی پکتین، نمونهٔ دارای ۰/۵ درصد پکتین بیشترین میزان سختی و نمونهٔ دارای ۲ درصد پکتین کمترین سختی را داشت. این روند در نمونه‌های حاوی کتیرا مشاهده نشد؛ نمونهٔ حاوی ۲ درصد کتیرا دارای بیشترین سختی بود و با کاهش غلظت کتیرا، میزان سختی نیز کاهش نشان داد. در مجموع، از میان تمام نمونه‌ها، پاستیل حاوی ۲ درصد کتیرا بالاترین مقدار سختی را نشان داد.

جدول ۱- مقایسه سختی در پاستیل با درصدهای متفاوت پکتین و کتیرا

Table 1- Comparsion of the hardness of gummy candy with different percents of Taragacanth gum and pectin

سختی بافت (نیوتون) Hardness (N)	تیمارها Treatments
878.09 ± 19.34 ^{e}	پاستیل با کتیرا ۲ درصد Gummy candy with 2% Taragacanth
854.22 ± 18.06 ^{d}	پاستیل با کتیرا ۱ درصد Gummy candy with 1% Taragacanth
803.30 ± 72.81 ^{cd}	پاستیل با کتیرا ۰/۵ درصد Gummy candy with 0.5% Taragacanth
561.35 ± 26.15 ^{a}	پاستیل با پکتین ۲ درصد Gummy candy with 2% Pectin
697.30 ± 35.99 ^{b}	پاستیل با پکتین ۱ درصد Gummy candy with 1% pectin
796.65 ± 56.13 ^{c}	پاستیل با پکتین ۰/۵ درصد Gummy candy with 0.5% pectin

حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهندهٔ اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) است.

با افزایش پکتین نمونه‌های پاستیل سختی کمتری داشتند. شهیدی و همکاران (Shahidi *et al.*, 2018) در مطالعات خود روی پاستیل‌های تهیه شده از توت سفید و پکتین گزارش کردند که با افزایش میزان پکتین، رطوبت نمونه‌ها افزایش و در نتیجه سختی بافت کاهش می‌یابد. در مقابل، افزودن هیدروکلوئید کتیرا موجب تشکیل شبکه‌ای منسجم‌تر در ساختار پاستیل می‌شود و با حفظ رطوبت، سختی بافت را افزایش می‌دهد (Cherblanc *et al.*, 2008). خزائی و همکاران (Khazaei *et al.*, 2014) در بررسی پاستیل کیوی حاوی دو هیدروکلوئید گوار و آگار نیز نتیجه‌ای مشابه به دست آوردند و رابطه‌ای مستقیم بین افزایش غلظت صمغ و میزان سختی بافت گزارش کردند.

الاستیسیته میزان انعطاف پذیری و فنری بودن نمونه ها را نشان می‌دهد. که در مورد پاستیل اهمیت ویژه ای دارد. میزان الاستیسیته در جدول در نمونه های پاستیل کتیرا و پکتین تفاوت معنی داری ($P>0/05$) با یکدیگر ندارند. محمد شندی و زمردی (Mohammadi Shendi, and Zomorodi, 2017) گزارش کردند که با افزایش غلظت پکتین تا سطح ۰/۵ درصد، میزان الاستیسیته پاستیل افزایش می‌یابد. در حالی‌که در پژوهش حاضر، افزایش غلظت پکتین تأثیر معنی‌داری ($P>0/05$) بر این ویژگی نشان نداد. صمغ کتیرا نیز مشابه پکتین با ایجاد ساختاری شبکه‌ای در ماتریس پاستیل، موجب بهبود انعطاف‌پذیری بافت می‌شود و از این‌رو می‌تواند جایگزینی مناسب برای پکتین در فرمولاسیون پاستیل باشد. استفاده از هیدروکلوئیدها باعث افزایش ویسکوزیته و واکنش پذیری بین پلیمرها می‌شود و در نتیجه الاستیسیته مناسبی ایجاد می‌کند(Mohammadi Shendi, and Zomorodi, 2017; Seter and Brannan, 2003).

قابلیت جویدن (جدول ۲) نمونه‌های پاستیل باهم تفاوت معنی‌داری ($P<0/05$) نشان داده‌اند. پاستیل حاوی ۲ درصد و ۱ درصد کتیرا به میزان بالاتری از جویدن نیاز داشتند. در حالی که نمونه پاستیل‌های حاوی پکتین، قابلیت جویدن کمتری نیاز داشتند. نمونهٔ پاستیل ۰/۵ درصد کتیرا و پاستیل‌های ۰/۵ درصد پکتین از لحاظ میزان جویدن تفاوت معنی‌داری نداشتند ($P>0/05$).

جدول ۲- مقایسه الاستیسیته و قابلیت جویدن پاستیل با درصدهای متفاوت پکتین و کتیرا

Table 2- Comparsion of the elasticity and chewiness of gummy candy with different percents of Taragacanth gum and pectin

قابلیت جویدن Chewiness(gmm)	الاستیسیته Elasticity(mm)	تیمارها Treatments
836.98 ± 15.93 [d]	0.99 ± 0.01 [a]	پاستیل با کتیرا ۲ درصد Gummy candy with 2% Taragacanth
822.40 ± 30.01 [d]	0.98 ± 0.01 [a]	پاستیل با کتیرا ۱ درصد Gummy candy with 1% Taragacanth
772.25 ± 57.64 [c]	0.99 ± 0.01 [a]	پاستیل با کتیرا ۰/۵ درصد Gummy candy with 0.5% Taragacanth
532.41 ± 7.41 [a]	0.99 ± 0.02 [a]	پاستیل با پکتین ۲ درصد Gummy candy with 2% Pectin
555.99 ± 4.72 [b]	0.99 ± 0.05 [a]	پاستیل با پکتین ۱ درصد Gummy candy with 1% pectin
744.78 ± 50.32 [c]	0.97 ± 0.04 [a]	پاستیل با پکتین ۰/۵ درصد Gummy candy with 0.5% pectin

حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) است.

قابلیت جوید میزان انرژی لازم برای و هضم مواد جامد در دهان می باشد و حاصل ضرب صمغیت و الاستیسیته می باشد. جویدن منجر به شکسته شدن ساختار ژل و پخش شدن طعم می‌شود (Mohammadi Shendi and Zomorodi, 2017). در مورد پاستیل، هر چه این پارامتر بیشتر باشد، مطلوب‌تر است. در این پژوهش، هرچه سختی بافت پاستیل‌ها افزایش پیدا کرده است، قابلیت جویدن نیز بیشتر شده است. پاستیل‌های حاوی صمغ کتیرا به‌دلیل ساختار متراکم‌تر و بافت سخت‌تر، قابلیت جویدن بالاتری دارند. رضایی و همکاران(Rezai *et al.*, 2012) گزارش کردند که افزودن ژلاتین موجب افزایش سختی بافت پاستیل و در نتیجه افزایش قابلیت جویدن نمونه‌ها می‌شود. در مقابل، در مورد پکتین، روند معکوس مشاهده می‌شود به‌طوری‌که ساختار بافتی پاستیل‌های حاوی پکتین نرم‌تر و کوتاه‌تر است و قابلیت جویدن کمتری دارند (Lubbers and Guichard, 2003). در مطالعه‌ای در بارهٔ پاستیل‌های موزی حاوی شیرهٔ خرما مشخص شد که نمونهٔ حاوی درصد پکتین پایین‌تر بیشترین میزان قابلیت جویدن را داراست (Mohammadi Shendi and Zomorodi, 2017).

جدول ۳ مقایسه چسبندگی و صمغی بودن پاستیل با درصدهای متفاوت پکتین و کتیرا را با دستگاه بافت سنج نشان می‌دهد. پاستیل حاوی ۲ درصد کتیرا کمترین چسبندگی را داراست در حالی که نمونه های حاوی ۱ و ۰/۵ درصد کتیرا هر دو بیشترین چسبندگی را دارند. در پاستیل‌های حاوی پکتین، چسبندگی در نمونهٔ حاوی ۱ درصد پکتین بالاست ولی در نمونهٔ دارای ۲ درصد پکتین پایین است. در مقایسه بین کتیرا و پکتین، پاستیل های دارای ۲ درصد کتیرا و ۲ درصد پکتین کمترین چسبندگی و پاستیل‌های حاوی ۱ درصد پکتین بیشترین چسبندگی را دارند.

چسبندگی در پاستیل باعث چسبیدن آن به دندان می‌شود. بنابراین صفتی است نامطلوب. در پاستیل‌های طالبی حاوی پکتین و زانتان، صفت چسبندگی کمترین امتیاز را گرفته است که این موضوع می‌تواند یکی از عوامل مؤثر در کاهش پذیرش حسی محصول باشد (Khalilian *et al.*, 2014). در دسرهای ژله‌ای بر پایهٔ میوه نیز، علاوه بر نوع هیدروکلوئید یا صمغ به‌کار رفته، نوع شیرین‌کننده و میزان پالپ میوه نقش تعیین‌کننده‌ای در ویژگی‌های بافتی و چسبندگی دارند (Hernández *et al.*, 1999). نتایج مطالعات محمدی شندی و زمردی (Mohammadi Shendi and Zomorodi, 2017) نشان می‌دهد با افزایش میزان پکتین، چسبندگی پاستیل‌ها کاهش و با افزودن شیرهٔ خرما افزایش می‌یابد. این روند با یافته‌های پژوهش حاضر همخوانی دارد. در مورد هیدروکلوئیدهایی مانند آگار، افزایش غلظت

هیدروکلوئید موجب کاهش چسبندگی ژل و افزایش سختی بافت می‌شود، روندی که در مورد صمغ کتیرا نیز مشاهده گردید (Jain and Babbar, 2011).

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۳، میزان صمغی بودن در نمونه‌های پاستیل حاوی کتیرا و پکتین اختلاف معنی‌داری (P<0/05) دیده می‌شود. در میان نمونه‌های حاوی کتیرا، به‌ویژه در غلظت‌های ۲ و ۱ درصد، میزان صمغی بودن بیشتر مشاهده می‌شود. در مقابل، در پاستیل‌های حاوی پکتین، با کاهش غلظت پکتین، میزان صمغی بودن افزایش یافته و کمترین مقدار این ویژگی در نمونهٔ حاوی ۲ درصد پکتین گزارش شده است.

صمغی بودن به مقاومت درونی ساختار ماده بستگی دارد و به برهم کنش ساختار مولکولی بر می‌گردد. صمغی بودن با سفتی و چسبندگی ارتباط مستقیم دارد. با افزایش میزان پکتین در فرمولاسیون پاستیل، سختی بافت کاهش می‌یابد و در نتیجه صمغی بودن نیز کمتر می‌شود. در مقابل، افزایش غلظت صمغ کتیرا موجب افزایش سختی بافت و در پی آن موجب افزایش صمغی بودن می‌گردد. هیدروکلوئیدها و صمغ‌ها از طریق ایجاد شبکه‌ای پیوسته و متراکم در ماتریس محصول، موجب استحکام و انسجام بیشتر بافت می‌شوند. خزائی و همکاران (Khazaei *et al.*, 2014) گزارش کردند که در پاستیل‌های کیوی، افزایش صمغ گوار و آگار باعث افزایش صمغی بودن و پیوستگی بافت می‌شود. در مطالعات محمدی شندی و زمردی (Mohammadi Shendi and Zomorodi, 2017) روی پاستیل میوه‌ای بر پایهٔ موزمشخص شد افزایش پکتین موجب افزایش صمغی بودن می‌شودکه با نتایج پژوهش حاضر همخوانی ندارد.

نتایج آزمون رطوبت پاسیل میوه ای رژیمی با درصدهای متفاوت پکتین و کتیرا

در نمودار ۱ که مقایسه‌ای است از درصد رطوبت بین تیمارهای مختلف پاستیل با درصدهای مختلف پکتین و کتیرا، تفاوت معنی‌داری (P<0/05) مشاهده می‌شود. بالاترین میزان جذب رطوبت مربوط به پاستیل با کتیرا ۲ درصد و کمترین میزان جذب رطوبت در مورد تیمار پاستیل با کتیرا ۰/۵ درصد است. با افزایش پکتین و کتیرا میزان رطوبت در نمونه های پاستیل افزایش یافته است.

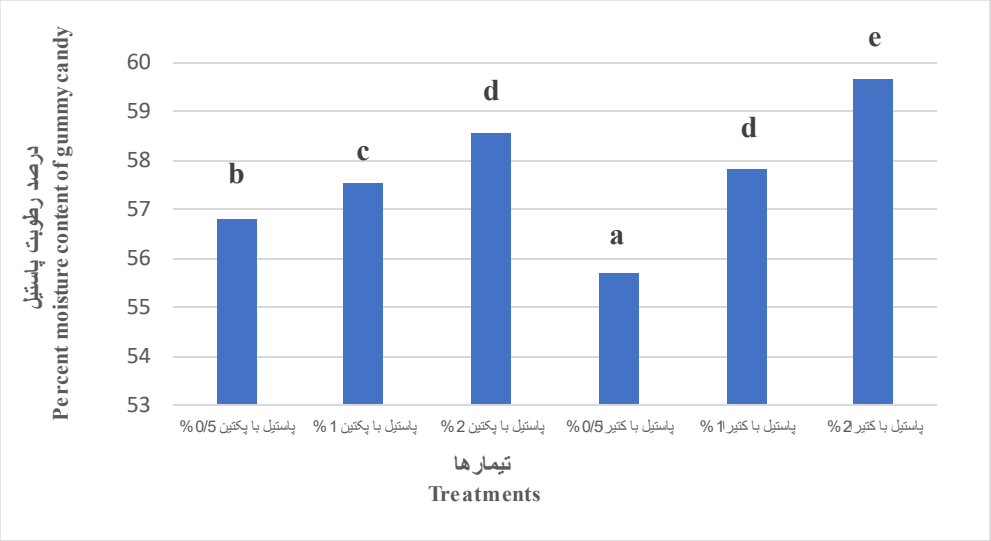
صمغ کتیرا به دلیل خاصیت هیدروفیلی خود توانایی جذب آب را دارد و بنابراین با افزایش صمغ میزان جذب آب و حفظ آب افزایش می‌یابد و شبکه‌ای منسجم ایجاد می‌شود. با افزایش میزان پکتین نیز میزان رطوبت افزایش می‌یابد ولی ساختار ژل نرم‌تری ایجاد می‌شود. خزایی و همکاران (Khazaei *et al.*, 2014)، در پاستیل کیوی افزایش صمغ گوار را در حفظ رطوبت موثر می‌دانند.

جدول ۳- مقایسهٔ چسبندگی و میزان صمغی بودن پاستیل با درصدهای متفاوت پکتین و کتیرا

Table 3- Comparsion of the cohensiveness and gumminess of gummy candy with different percents of Taragacanth gum and pectin

صمغی بودن Gumminess(g)	چسپندگی Cohensiveness(g)	تیمارها Treatments
850.72 ± 8.88 ^{d}	0.91 ± 0.02 ^{a}	پاستیل با کتیرا ۲ درصد Gummy candy with 2% Taragacanth
835.92 ± 21.03 ^{d}	0.95 ± 0.01 ^{bc}	پاستیل با کتیرا ۱ درصد Gummy candy with 1% Taragacanth
787.09 ± 62.10 ^{c}	0.96 ± 0.01 ^{c}	پاستیل با کتیرا ۰/۵ درصد Gummy candy with 0.5% Taragacanth
427.98 ± 17.12 ^{a}	0.91 ± 0.01 ^{a}	پاستیل با پکتین ۲ درصد Gummy candy with 2% Pectin
530.89 ± 17.45 ^{b}	1.05 ± 0.05 ^{d}	پاستیل با پکتین ۱ درصد Gummy candy with 1% pectin
775.21 ± 52.56 ^{c}	0.97 ± 0.01 ^{c}	پاستیل با پکتین ۰/۵ درصد Gummy candy with 0.5% pectin

حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار (P<0/05) است.



نمودار ۱- درصد رطوبت پاستیل با درصدهای متفاوت پکتین و کتیرا

Figure 1- Percent moisture content of gummy candy with different percents of Tragacanth gum and pectin

حروف کوچک متفاوت بالای هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) است.

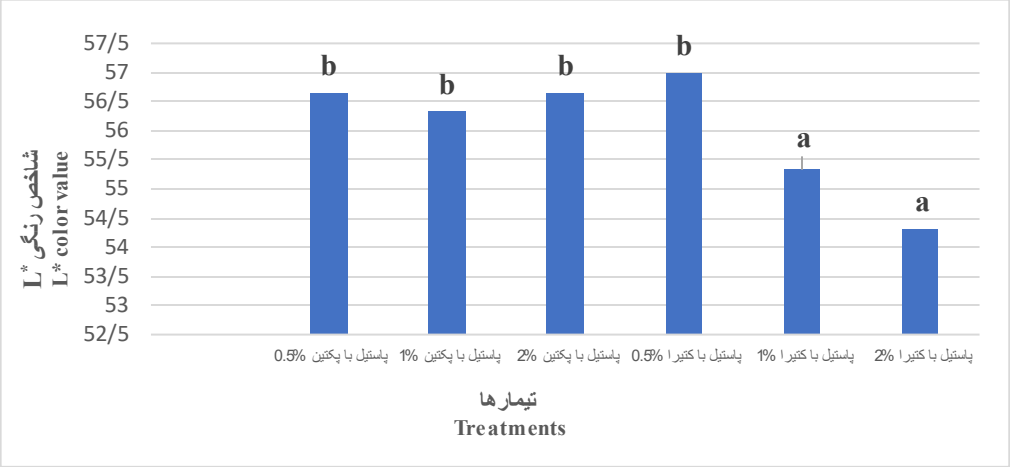
نتایج آزمون رنگ سنجی (L *a *b*) پاسیل میوه ای رژیمی با درصدهای متفاوت پکتین و کتیرا

مقایسهٔ میانگین‌های مرتبط با پارامترهـای رنگـی فرمـول‌هـای مختلف پاستیل در نمودارهای ۲، ۳ و ۴ آورده شده است. رنگ یکی از مهمترین فاکتورها درکیفیت محصول بهدست آمده از میوه ها مانند مربا، مارمالاد، سس، رب و غیره است که تحت تاثیر نوع، رقم میوه و نحوه فراوری (میزان حرارت و زمان حرارت دهی) محصول است. فرایندهایی مانند خشک کردن، تغلیظ و پختن می‌توانند بر رنگ تاثیر قابل توجهی داشته باشند (Guine and Joao Barroca, 2012).

نتایج آزمون رنگ سنجی در نمودار ۲ اثر پکتین و کتیرا برفاکتور L*(بیانگر روشنایی) نشان می‌دهد وجود صمغ پکتین باعث شفاف شدن و روشنایی در تیمارهای پاستیل شده است. پاستیل‌های حاوی درصد کتیرای بیشتر روشنایی کمتری دارند. افزایش میزان هیدروکلوئید موجب بهبود حفظ رطوبت در محصول و در نتیجه افزایش روشنایی نمونه‌ها می‌شود (Piazza and Gigli, 2009). خلیلیان و همکاران (Khalilian *et al.*, 2014) نیز گزارش کردند که افزایش غلظت هیدروکلوئیدهای زانتان و پکتین در فرمولاسیون پاستیل طالبی باعث افزایش مقدار پارامتر رنگی L* می‌شود. خزایی و همکاران (Khazaei *et al.*, 2014) نیز در تحقیقات خود نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند.

نتایج آزمون رنگ‌سنجی (نمودار ۳) نشان می‌دهد که بین تیمارهای حاوی پکتین و کتیرا از نظر فاکتور a* (دامنهٔ قرمزی تا سبزی) اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<0/05$). حضور صمغ‌های پکتین و کتیرا موجب افزایش میزان قرمزی در نمونه‌های پاستیل می‌شود. بر اساس نتایج آزمون رنگ‌سنجی فاکتور b* (نمودار ۴)، استفاده از صمغ کتیرا موجب افزایش زردی در تیمارهای پاستیل شده است، در حالی که نمونه‌های حاوی پکتین زردی کمتری از خود نشان داده‌اند.

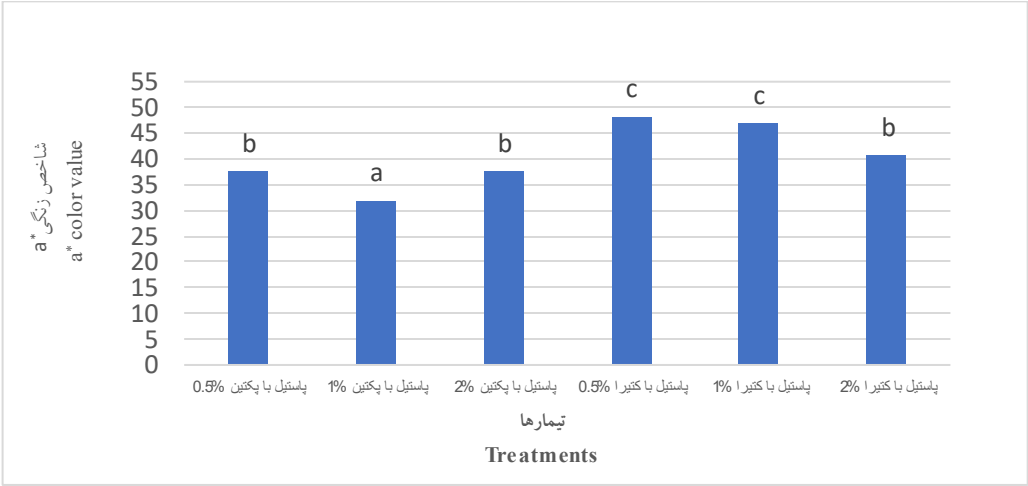
وجود قند و پروتئین موجود در صمغ پاستیل باعث قهوه‌ای شدن آنزیمی و واکنش میلارد می‌شود که رنگ های زرد و قرمز را ایجاد می‌کند (Hanssen *et al.*, 2000). نوری فرید و همکاران (Nori farid *et al.*, 2019) در بهینه سازی فرمولاسیون پاستیل انبه و گلابی به این نتیجه رسیدند که افزایش گوار و ژلاتین سبب افزایش میزان (b*) می‌شود.



نمودار ۲- شاخص رنگ سنجی (L*) پاستیل با درصدهای متفاوت پکتین و کتیرا

Figure 2- L* color value in gummy candy with different percents of Tragacanth gum and pectin

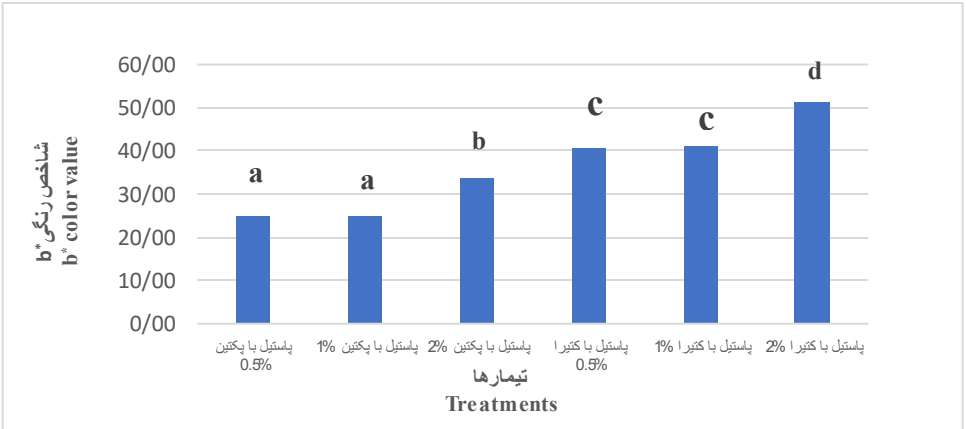
حروف کوچک متفاوت روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار (P<0/05) است.



نمودار ۳- شاخص رنگی (a*) پاسیل با درصدهای متفاوت پکتین و کتیرا

Figure 3- a* color value in gummy candy with different percents of Tragacanth gum and pectin

حروف کوچک متفاوت روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار (P<0/05) است..



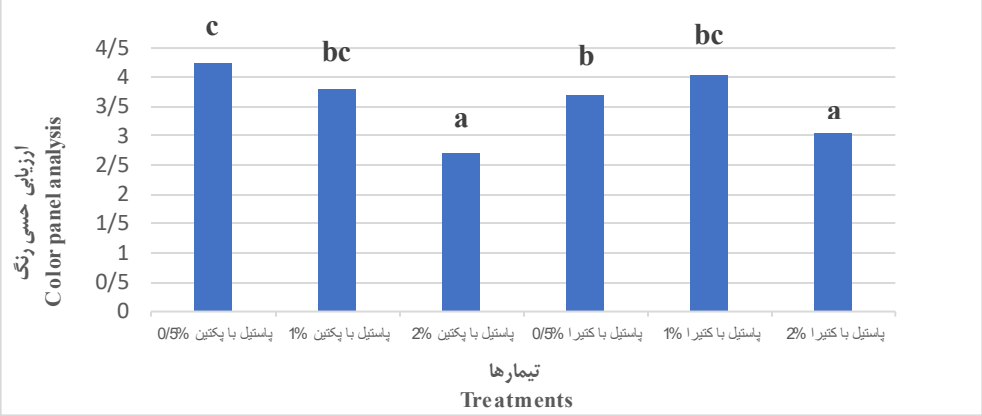
نمودار ۳- شاخص رنگی (b*) پاسیل با درصدهای متفاوت پکتین و کتیرا

Figure 3- b* color value in gummy candy with different percents of Tragacanth gum and pectin

حروف کوچک متفاوت روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار (P<0/05) است.

نتایج آزمون حسی پاستیل میوه ای رژیمی با درصدهای متفاوت پکتین و کتیرا

نتایج آزمون‌های حسی مربوط به رنگ، بافت و عطر و طعم به ترتیب در نمودارهای ۴، ۵ و ۶ ارائه شده است. بر اساس تحلیل داده‌ها، بین تیمارهای مختلف پاستیل حاوی درصدهای متفاوتی از صمغ کتیرا و پکتین اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) مشاهده می‌شود. نتایج آزمون حسی رنگ (نمودار ۵) نشان می‌دهد از دید ارزیابان، پاستیل حاوی ۱ درصد پکتین و ۲ درصد کتیرا کمترین امتیاز و پذیرش پایین‌تری دارد. با این حال، در ارزیابی پذیرش کلی تمامی تیمارها در بازهٔ امتیاز متوسط تا بالا قرار دارند.

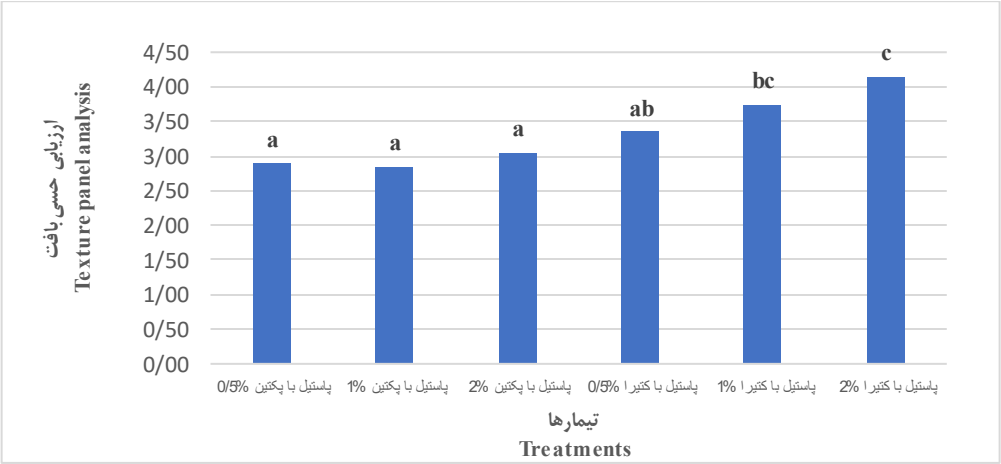


نمودار ٤- ارزیابی حسی رنگ در پاستیل با درصد های صمغ کتیرا و پکتین

Figure 4- Color panel analysis in gummy candy with different percents of Tragacanth gum and pectin

حروف کوچک متفاوت روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) است.

نتایج تجزیهٔ آماری ارزیابی حسی نمونه‌ها نشان می‌دهد اثر صمغ‌های پکتین و کتیرا بر امتیاز ویژگی‌های بافت و سفتی، رنگ، عطر و طعم و قابلیت جویدن معنی‌دار ($P<0/05$)است. همان‌گونه که در نمودار ۶ مشاهده می‌شود، از دید ارزیابان افزایش میزان پکتین موجب کاهش امتیاز سفتی نمونه‌های پاستیل شده است. به‌طور کلی، نتایج آزمون دستگاهی و نتایج ارزیابی حسی هر دو نشان می‌دهند که با افزایش درصد پکتین امتیاز بافت کاهش می‌یابد. در مقابل، افزایش درصد صمغ کتیرا سبب بهبود ویژگی بافتی و افزایش امتیاز نمونه‌های حاوی این صمغ می‌شود، به‌طوری که پاستیل حاوی ۲ درصد کتیرا بالاترین امتیاز بافت و سفتی را از نظر ارزیابان کسب کرده است، در حالی که پاستیل دارای ۰/۵ درصد پکتین پایین‌ترین امتیاز را دارد.

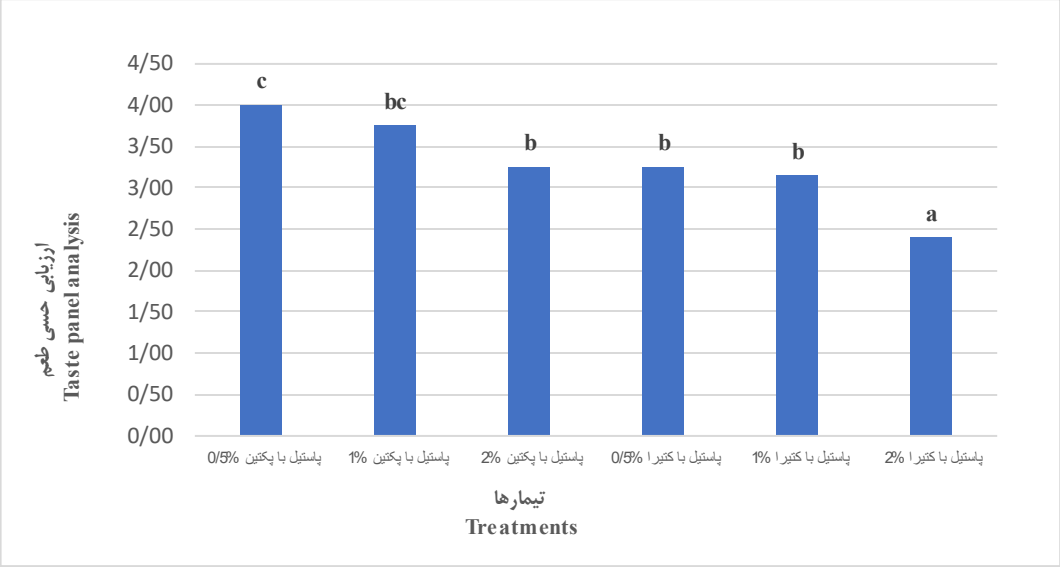


نمودار ٥- ارزیابی حسی بافت در پاستیل با درصد های صمغ کتیرا و پکتین

Figure 5- Texture panel analysis in gummy candy with different percents of Tragacanth gum and pectin

حروف کوچک متفاوت روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) است.

در نمودار ۷ مشاهده می‌شود که افزایش میزان پکتین از دید ارزیابان موجب بهبود و افزایش امتیاز عطر و طعم نمونه‌های پاستیل شده است. در مقابل، با افزایش درصد صمغ کتیرا، امتیاز عطر و طعم نمونه‌ها کاهش یافته است. از نظر ارزیابان، پاستیل حاوی ۲ درصد کتیرا کمترین امتیاز را کسب کرده است، در حالی که پاستیل دارای ۰/۵ درصد پکتین بالاترین امتیاز عطر و طعم را به دست آورد.ه است.



نمودار ٦- ارزیابی حسی طعم در پاستیل با درصد های صمغ کتیرا و پکتین

Figure 6- Taste panel analysis in gummy candy with different percents of Tragacanth gum and pectin

* حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است. ($P<0/05$).

تیلور و همکاران (Taylor *et al.*, 2001) گزارش کردند که در بافت‌هایی با درجات مختلف سفتی، زمان رهاسازی بیشترین مقدار مواد طعمی متفاوت است؛ هرچه میزان سفتی بافت بیشتر باشد،رهاسازی حداکثر مواد طعم‌زا کُندتر است. با این حال گفتنی است اگرچه افزودن ترکیب هیدروکلوئیدی کتیرا به فرمولاسیون پاستیل موجب کاهش امتیاز طعم و در نتیجه کاهش پذیرش نمونه‌ها از دید مصرف‌کنندگان می‌گردد اما حتی نمونه‌هایی با امتیاز پایین‌تر نیز همچنان در محدوده قابل قبول از نظر استانداردها و ارزیابی مصرف‌کنندگان قرار دارند و امتیازی در بازه متوسط تا بالا کسب کرده‌اند.

نتیجه گیری کلی

پاستیل محصولی چندمنظوره است که علاوه بر صنعت غذایی، در فرآورده‌های دارویی نیز کاربرد گسترده‌ای دارد. تنوع در تولید این محصول و بهبود فرمولاسیون آن می‌تواند موجب افزایش دامنهٔ استفاده از آن و ارزش افزوده آن شود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد افزایش میزان صمغ کتیرا موجب افزایش سختی بافت و قابلیت جویدن پاستیل می‌شود، در حالی‌که تأثیر معنی‌داری($P>0/05$) بر خاصیت الاستیسیته ندارد. افزایش درصد پکتین منجر به ایجاد بافت نرم‌تر و کاهش قابلیت جویدن شده است. نمونه‌های حاوی کتیرا رطوبت خود را بهتر حفظ می‌کنند و ویژگی صمغی در آنها نمایان‌تر است. با این حال، از نظر خاصیت چسبندگی بین تیمارهای حاوی درصدهای مختلف پکتین و کتیرا تفاوت معنی‌داری ($P>0/05$) مشاهده نگردید. از نظر ویژگی‌های رنگی، نمونه‌های پاستیل حاوی ۱ و ۲ درصد کتیرا روشنایی (L*) کمتری داشتند و مقادیر زردی (b*) و قرمزی (a*) در آنها بیشتر مشاهده شد. در مجموع، از نظر

ویژگی‌های فیزیکی، کتیرا توانست جایگزینی مناسب برای پکتین باشد و بافت مطلوبی در پاستیل ایجاد کند. در آزمون حسی بافت، نمونه‌های حاوی کتیرا امتیاز بالاتری کسب کردند، هرچند در خصوص طعم و رنگ، نمونه‌های دارای درصدهای بالای کتیرا نتایج چندان مطلوبی نداشتند. صمغ کتیرا پلی‌ساکاریدی طبیعی در دسترس و با صرفه‌ای است که می تواند گامی مؤثر در بومی‌سازی فرمولاسیون پاستیل و کاهش وابستگی به منابع خارجی بردارد. به نظر می‌رسد به‌کارگیری کتیرا در غلظت حدود ۰/۵ درصد می‌تواند جایگزینی مناسب برای پکتین در محدوده ۰/۵ تا ۲ درصد باشد و ضمن حفظ کیفیت محصول، موجب صرفه‌جویی اقتصادی نیز بشود.

تعارض منافع

نویسندگان تعارض منافع نداشته‌اند.

منابع

Balaghi, S., Mohammadifar, M. A., Zargaraan, A., Gavlighi, H. A., & Mohammadi, M. 2011. Compositional analysis and rheological characterization of gum tragacanth exudates from six species of Iranian Astragalus. Food Hydrocolloids, 25:7. 1775-1784.

Basiri, Sh. and Shahidi, F. 2015. Investigating the effect of different amounts of gelatin and guar on sensory, textural and color characteristics of white berry-based pastel. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 13:1. 1-13. In Persian.

Boland,A., Delahunty, M.and Van Ruth, M. .2006. Influence of the texture of gelatin gels and pectin gels on strawberry flavor release and perception. Food Chemistery. 96:452–460.

Cherblanc, F., Boscus, J ., and Benet, J-C. 2008. Electro – osmosis in gels: Application to Agar – Agar. C. R. Mecanique, 336: 782- 787.

FAO, 1995. Gums, resins and latexes of plant origin. (Non-wood forest products 6). FAO, Rome.

Fatahi, A. 2016. Production of apricot pastille and investigation of water activity and its color, texture and acceptance characteristics. Journal of Food Science and Technology. 14:68. 27-35. In Persian

Guine, R. P. F. and Joao Barroca, M. 2012. Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper). Food and Bioprod Process. 90:1. 58-63.

Hadidi, F., Ganjloo, A. and Fakoor, M.H. 2023. Optimization of non-dairy dessert formulation based on almond milk containing Tragacanth gum and Stevia sweetener. Iranian Food Science and Technology Research Journal.19:9.125-143. In Persian.

Hanssen.M., Blennow, A. and Pedersen, S. 2000. Gel texture and chain structure of amyl maltase-modified starches compared to gelatin. Food Hydrocolloids. 22.1551–1566.

Hernández, M. J., Durán, L., and Costell, E. 1999. Influence of composition on mechanical properties of strawberry gels. Compression test and texture profile analysis. Food Science and Technology International. 5:1. 79-87.

Jain, R. and Babbar, S.B. 2011. Evaluation of blends of alternative gelling agents with agar and development xanthagar, a gelling mix, suitable for plant tissue culture media. Asian Journal of Biotechnology. 3:2. 153-164.

Khalilian, S., Shahidi, F., Elahi, M., and Mohebi, M. 2014. Evaluation of sensory properties and color parameters fruit pastille based on cantaloupe puree. Journal of Food Science and Technology. 42(11). 19-30. In Persian.

Khazaei, A., Shahidi, F., Mortazavi, S.A. and Mohebi, M. 2014. Kiwi pastille formulation and different effects of agar and guar on consumptions and its textural and sensory characteristics. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 10:1. 27-37. In Persian.

Kiani, H., Mousavi, M. E., Razavi, H., & Morris, E. R. 2010. Effect of gellan, alone and in combination with high-methoxy pectin, on the structure and stability of doogh, a yogurt-based Iranian drink. Food Hydrocolloids, 24:8. 744-754.

Lubbers, S. and Guichard, E. 2003. The effect of sugars and pectin on flavor release from a fruit pastille model system. Food Chemistry. 81:2. 269-273.

Mohammadi Shendi, H. and Zomorodi, Sh. 2017. The effect of date syrup and pectin gum on the color, textural and sensory properties of fruit pastilles based on bananas. Food Research. 28(4). 45-55.

Nateghi, L., Ahmadi, M., and Shahablavasani, A. 2019. Effect of mulberry syrup and basil seed and tragacanth gums on physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of chocolate milk. Food Engineering Research.18:66. 87-100.

Nori farid, F., Sharifi, A. and Hossien Esteri, S.H. 2019. Optimizing the formulation of mango and pear pastille by response surface method. Journal of Innovation in Food Science and Technology. 11:2. 119-129.In Persian

Piazza, L and Gigli, J. 2009. .Multi-scale estimation of water soluble diffusivity in polysaccharide gels. Universita di milano, Italy. 4:56-74.

Pothu, R. and Yamsani, M.R. 2014. Lozenges formulation and evaluation: A review. Iranian Journal of Applied Physics. 5:5. 290–298.

Rezai, R., Shahidi, F., Elahi, M. and Nasiri Mahalati, M. 2012. Analyzing the tissue profile of pastille plum by sensory and device methods and optimizing its formulation. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 8:1. 30-39. In Persian.

Romo-Zamarrón, K. F., Pérez-Cabrera, L. E., and Tecante, A. 2019. Physicochemical and sensory properties of gummy candies enriched with pineapple and papaya peel powders. Food Nutrition Sciences. 10:11. 1300.

Setser, C.S. and Brannan, G.D. 2003. Carbohydrates/Sensory properties. Elsevier Science Ltd.

Shahidi, F., Basiri, S.H., Sadeghi, F, Khalilian, S. and Khasaiy Pool, E. 2018. Mulberry pastille (Jel Mac) formulation and evaluation of the different amounts of agar and pectin effects on texture, sensory properties, color and water activity. Journal of Food Science and Technology. 82:15. 51-62. In Persian.

Shalamzari, F and Erjaee, Z. 2022. Optimizing the formula of cracker biscuits prepared from quinoa flour and corn flour. Journal of Food Science and Technology. 130:19. 73-83. In Persian.

Taylor, A. J., Besnard, S., Puaud, M., and Linforth, R. S. T. 2001. In vivo measurement of flavor release from mixed phase gels. Biomolucular Engineering. 17. 143–150.

Teixeira-Lemos, E., Almeida, A. R., Vouga, B., Morais, C., Correia, I., Pereira, P., and Guiné, R. P. 2021. Development and characterization of healthy gummy jellies containing natural fruits. Open Agriculture. 6:1. 466-478.

Tsami, E, and Marinous, DM. 1990. Water sorption isotherms of raisins, currant, figs, prunes and apricots. Journal of Food Science. 55. 1594- 1597.

Weiping, W. and Branwell, A. 2000. Tragacanth and karaya. PP. In: G.O. Phillips, P.A. Williams editors. Handbook of hydrocolloids. First Edition. Cambridge, Woodhead Publishing Ltd. and Boca Raton, CRC Press. LLC.

Zomorodi, S. Karimpour Sohragheh, M. and Behmadi, H. 2018. Effect of mung bean flour and tragacanth gum on physicochemical properties and shell color indexes of the cacao sponge cake. Food Engineering Research. 17:64. 29-40.In Persian.

Food Engineering Research/Vol.24/No.79/ Autumn & Winter 2025/P: 55-67

Journal Home page: https://fooder.areeo.ac.ir/

Original Research

Evaluation of Tragacanth Gum as a Pectin Substitute in the Physicochemical and Sensory Properties of Orange Gummy Candy

Zahra Erjaee*, Mohammad Reza Ghaznavi

***Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Fa.C, Islamic Azad University, Fasa, Iran .
Email: erjaee.z@gmail.com
Received:8 December 2024 **Accepted**: 23 February 2026
http://doi: 10.22092/FOODER.2026.367926.1409

Abstract

Gummy candy is a type of jelly candy which is widely used in the food and pharmaceutical industries. The purpose of this research was to evaluate the possibility of using native Tragacanth gum as a suitable replacement for imported pectin in gummy formulations, in order to localize and reduce dependence on imports. For this purpose, gummy candy with natural formulations including date juice, orange puree, citric acid and gelatin were prepared. Beetroot color was used as an antioxidant and to create the desire color in gummy candy. Six different Gummy candies were prepared using 0.5, 1, 2 % pectin and 0.5, 1, 2 % Tragacanth gum. The samples were compared in terms of texture (hardness, elasticity, cohesiveness, gumminess, chewability), moisture, color (L*a*b*) and sensory factors. The results showed that with the increase of Tragacanth gum, the retention of moisture in gummy samples increased, and as a result, a strong network of gel was formed, which increased hardness, high chewability and gumminess. With the increase of moisture in pectin samples, the texture is soft and less gumminess and as a result the chewability decreases. Also, the brightness index L* in gummy candy containing a higher percentage of Tragacanth gum decrease significantly ($P<0.05$). At the same time redness (a*) and yellowness (b*) index increased in these samples. In sensory evaluations the sample containing 2% tragacanth was less acceptable in terms of color and taste. In general, tragacanth gum in amounts of 0.5% can be a good substitute for pectin in gummy formulations.

Keywords: Gummy candy, Tragacanth gum, Pectin, Date syrup