مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی خواص فیزیکی - شیمیایی و حسی ژله غنی شده با کلسیم و ویتامین D_3

شیلا برنجی[۱]، لیلا ناطقی[۲*]

[۱]استادیار، گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین – پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

[۳]دانشیار، گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین – پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۵

کلمات کلیدی:

ژله،

غنی‌سازی،

کلسیم،

ویتامین D_3.

DOI: 10.52547/fsct.18.116.103

* مسئول مکاتبات:

leylanateghi@iauvaramin.ac.ir

چکیده

ویتامین D برای تنظیم جذب کلسیم و فسفر از رژیم غذایی و قراردهی آن‌ها در استخوان مورد نیاز می‌باشد. همچنین مصرف ناکافی کلسیم نیز می‌تواند منجر به نرمی استخوان در کودکان و بزرگسالان شود. هدف از پژوهش حاضر، بررسی امکان غنی‌سازی ژله با ویتامین D_3 در غلظت‌های (IU/100 g ۱۰۰و ۷۰ ، ۴۰) و کلسیم به شکل کربنات کلسیم در سطوح (mg/100g ۱۰۰۰و ۷۵۰ ، ۵۰۰) بود. بر این اساس ۹ تیمار همراه با نمونه شاهد (ژله بدون ویتامین D_3 و کلسیم) مطابق با طرح کاملا تصادفی طراحی گردید. آزمون‌های شیمیایی (مواد جامد محلول، اسیدیته و خاکستر) و ویژگی‌های بافتی (سختی، پیوستگی و قابلیت جویدن) در روز اول و آزمون‌های پایداری کلسیم و ویتامین D_3 و ویژگی‌های حسی (رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی) طی ۶۰ روز نگهداری با ۳ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد استفاده از غلظت‌های مختلف ویتامین D_3 اثر معنی‌داری بر مقادیر رطوبت، اسیدیته، آب اندازی، ویژگی‌های بافتی و ویژگی‌های حسی ژله‌های غنی شده در مقایسه با نمونه شاهد نداشت. مطابق نتایج استفاده از غلظت‌های مختلف کلسیم اثر معنی‌داری بر میزان کاهش رطوبت، افزایش اسیدیته، کاهش میزان آب اندازی، افزایش سختی، پیوستگی و قابلیت جویدن و کاهش امتیاز رنگ و طعم گردید. امتیاز بافت و پذیرش کلی ژله‌های غنی شده با کلسیم و ویتامین D_3 اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت و طی دوره نگهداری نیز کاهش معنی‌داری نشان نداد. نتایج نشان داد می‌توان از کلسیم به میزان mg/100g ۱۰۰۰ و ویتامین D_3 به میزان IU/100mg ۱۰۰ بدون تأثیر نامطلوب بر ویژگی‌های حسی در فرمولاسیون ژله استفاده نمود. بنابراین می‌توان با غنی سازی ژله و استفاده از آن در رژیم غذایی کودکان و سالمندان از خواص ارزشمند آن بهره برد.

۱- مقدمه

دریافت کافی کلسیم و سطح مناسب ویتامین D_3 سرمی به عنوان فاکتورهای ضروری در حفظ کارکرد بهینه اندام‌ها و عملکردهای فیزیولوژیک بدن مورد توجه قرار دارد [۱]. دریافت ناکافی این ترکیبات در بین گروه‌های مختلف سنی از جمله کودکان و سالمندان متداول است. مقدار بهینه کلسیم مورد نیاز می‌تواند بسته به سن، جنسیت و قومیت افراد متفاوت باشد. علاوه بر این، ویتامین D_3 نیز روی دریافت کلسیم مؤثر است و مقدار کافی آن برای جذب بهینه و کارآمد کلسیم مطلوب می‌باشد [۲]. علاوه بر نقش اساسی این ترکیبات در سلامت و استحکام استخوان [۳]، ویتامین D و کلسیم به دلیل اثرات بالقوه روی عملکرد اندام‌های بدن به غیر از استخوان نیز مورد توجه بسیاری قرار گرفته‌اند [۳ و ٤].

سیاست‌های غنی سازی مواد غذایی با ویتامین D_3 و کلسیم در نقاط مختلف جهان متفاوت است. در انگلستان، غنی سازی مارگارین و غذای نوزاد اجباری است [۵]. از میان صنایع مختلف تولیدی مختلف، صنعت قنادی که به عنوان تولید کننده محصولات غذایی نامناسب، بدون کالری، تخریب کننده دندان‌ها و منشأ دیگر اثرات منفی برای انسان شناخته می‌شود، شانس خوبی برای تبرئه خود و ایفاء نقشی در تولید محصولات سلامتی بخش دارا می‌باشد [٦].

مصرف کلسیم با کاهش چاقی و کاهش خطرات و عوارض ناشی از آن در انواع مطالعات همه‌گیر شناسی در ارتباط است. علاوه بر این، نشان داده شد که مصرف مکمل کلسیم نشان داده شده که برای کمک به کاهش وزن در افراد چاق مؤثر است. در واقع، مصرف حاد کلسیم گزارش شده است که با اکسیداسیون چربی در انسان در ارتباط است. علاوه بر کلسیم که یک ماده معدنی ضروری برای بدن محسوب می‌شود، ویتامین D ویتامینی محلول در روغن است که به دو ترکیب ارگوکسیفرول (ویتامین D_2) و کلی کلسیفرول (ویتامین D_3) اطلاق می شود. هر دوی این ترکیبات از پرو ویتامین‌های مربوطه یعنی ارگوسترول و ۷-دهیدرو کلسترول تشکیل می‌شوند. منبع اصلی طبیعی مربوط به ویتامین D_3 در انسان شامل تولید آن از ۷-دهیدروکلسترول در پوست طی واکنشی دو مرحله‌ای و وابسته به نور خورشید می‌باشد [۷]. روغن کبد ماهی، ماهی چرب یا زرده تخم مرغ حاوی مقادیر بالاتر ویتامین D_3 در مقایسه با محصولات غذایی دیگر است. با این‌حال حتی رژیم غذایی متنوع نیز نمی‌تواند به عنوان منبعی موثر برای فراهم آوردن غلظت‌های پیشنهادی روزانه محسوب گردد و در نتیجه، نیاز به استفاده از مکمل‌های غذایی و یا مواد غذایی غنی شده با این ترکیبات، محسوس است [۸]. ویتامین D_3 برای تنظیم جذب کلسیم و فسفر از رژیم غذایی و قراردهی آنها دراستخوان مورد نیاز می‌باشد [۹]. علاوه بر ویتامین D_3 و نقش آن در جذب کلسیم، مصرف ناکافی کلسیم نیز می‌تواند منجر به نرمی استخوان در کودکان و دردهای استخوانی، ضعف عضلات و پوکی استخوان در بزرگسالان شود [۱۱ و ۱۰]. طبق توصیه‌های سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO)[1] و سازمان بهداشت جهانی (WHO)[2]، متوسط نیاز هر فرد به کلسیم ۱۰۰۰ mg به طور روزانه می‌باشد [۱۲] انستیتوی پزشکی (۱۹۹۷) مصرف مکمل های ویتامین D_3، برای همه کودکان توصیه می کند و حداقل میزان ویتامین D_3 را ۱۰۰IU تا 400 گزارش کرده است [۱۲]. قاطع فر و همکاران (۱۳۸٤) [۱۳] استفاده از پکتین موجود در طَبَق گل آفتابگردان را در حضور مقادیر یون کلسیم و حضور مقادیر کم شکر در فرمولاسیون ژله‌های کم کالری آب سیب؛ کریمی و حسینی (۱۳۹۷) [١٤] اثر جایگزینی پودر کدوحلوایی به جای ژلاتین در نسبت‌های مختلف در فرمولاسیون ژله؛ مجاوریان و همکاران (۱۳۹۷) [۱۵] بررسی بهینه سازی فرمولاسیون پاستیل زنجبیلی بر پایه ژلاتین پای مرغ و کنسانتره انگور؛ Lau و همکاران.، (۲۰۰۰)[١٦] تاثیر نسبت‌های مختلف صمغ‌های ژلان و ژلاتین و غلظت یون کلسیم را روی ویژگی‌های بافتی و کدورت ژل های مخلوط Acosta وهمکاران.، (۲۰۰٦)[۱۷] بررسی اثر سه فاکتور شیرین کننده، پکتین با متوکسیل پایین و محتوی کلسیم را روی پذیرش کلی ژله شاه توت؛ Canan و همکاران.، (۲۰۱۳) [۱۸] غنی سازی در صنعت ژله با سه دوز متفاوت از چهار مواد معدنی (کلسیم، آهن، روی و فسفر) و هفت ویتامین (ویتامین B_1، ویتامین B_2، ویتامین B_6، نیاسین، اسید پانتوتنیک، ویتامین C، ویتامین E)؛ Valencia و همکاران.، (۲۰۱۳) [۱۹] اثر افزودن

1. Food and Agriculture Organization
2. World Health Organization

کلسیم روی خصوصیات کیفی آبنبات‌های نرم تولید شده از میوه انگور قهوه ای و بدون ساکارز را با مقایسه آن با آبنبات‌های مشابه بدون کلسیم؛Leskaite و همکاران.، (۲۰۱۶) [۲۰] غنی سازی محصولات لبنی با ویتامین D_3 و Kaushik و Arora، (۲۰۱۷)[۲۱] اثر غنی سازی ماست با کلسیم و ویتامین D_2 را بر ویژگی‌های میکروبی، رئولوژیکی و حسی را مورد بررسی قرار دادند. بنابراین با توجه به مصرف روز افزون مصرف ژله به عنوان دسری غنی از پروتئین در بین افراد جامعه بویژه کودکان و نوجوانان و خطرات کمبود ویتامین D_3 و کلسیم برای سلامتی مصرف کنندگان، غنی سازی ژله با این مواد، می‌تواند گامی موثر در ارتقاء سلامت جامعه باشد. مطابق با تحقیقات انجام شده، مطالعه مستقلی در مورد غنی سازی ژله با کلسیم و ویتامین D_3 یافت نشد. هدف کلی از این پژوهش بررسی امکان غنی سازی ژله با ویتامین D_3 و کلسیم بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

ژلاتین گرانولی نوع B (بلوم ۲۶۰-۲۴۰) از شرکت فرآورده‌های دارویی ژلاتین حلال (قزوین- ایران)، گلوکز مایع و پودر دکستروز تک آبه از شرکت دکستروز، (ایران)، شکر از شرکت گلستان ایران، رنگ پرتقالی و اسانس پرتقال از سوپرمارکت های محلی، پودر ویتامین D_3 انحلال پذیر در آب (Dry-water dispersible vitamin D_3) (کد محصول ۵۰۱۵۵۱)، کربنات کلسیم (کد محصول ۱۰۲۳۷۸)، اسید سیتریک (کد محصول ۹۶۳۴۵۴۷) از شرکت مرک، (آلمان) تهیه شد.

۲-۲-روش‌ها

۲-۲-۱-روش تهیه نمونه‌های ژله

فرمولاسیون پایه ژله طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۸۲ (۱۳۹۵) [۲۲] به شرح زیر تهیه گردید:

ژلاتین خوراکی (۹ گرم)، اسید سیتریک (۱ گرم)، رنگ پرتقالی (۰/۰۱۴ گرم) و اسانس پرتقال (۰/۷۵ گرم) به ازای ۱۰۰ گرم شکر تنظیم شد. حد پایین و بالای مقادیر مختلف ویتامینD_3 و کلسیم بر اساس میزان نیاز روزانه هر فرد که در FAO و WHO، ذکر شده بود، تعیین گردید [۱۲].

سپس مقادیر مختلف ویتامین D_3 (۱۰۰ IU /100 g و ۷۰ ، ۴۰) و کلسیم (۱۰۰۰ mg /100 g و ۷۵۰ ، ۵۰۰) مطابق با جدول شماره ۱ به تیمارها اضافه شدند. نمونه بدون کلسیم و ویتامین D_3 نیز به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد. پودرهای ژله تهیه شده در ۴۰۰ میلی لیتر آب جوش حل شدند و پس از ۳-۲ دقیقه اختلاط کامل، به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند و سپس در ظروف ۱۰۰ گرمی پلی اتیلنی ریخته شدند و درب - بندی شدند. تیمارها برای ۲ الی ۳ ساعت در دمای یخچال (۶-۴ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند تا فرآیند بستن ژله کامل گردد. آزمون‌های شیمیایی (میزان رطوبت، اسیدیته و درجه بریکس) و ویژگی‌های بافتی (سختی، پیوستگی و قابلیت جویدن) در روز اول روی نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمون‌های میزان پایداری کلسیم، میزان پایداری ویتامین D_3 و ویژگی‌های حسی (رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی) در فاصله زمانی روز اول تولید، ۳۰ و ۶۰ روز پس از تولید ژله و نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۲-۳-آزمون‌ها

۲-۳-۱-اندازه‌گیری رطوبت و اسیدیته

طبق روش ذکر شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۸۲ [۲۳] انجام شد.

۲-۳-۲-اندازه‌گیری میزان آب اندازی

آب اندازی نمونه‌های ژله به عنوان یکی از فاکتورهای مهم فیزیکی در تولید ژله، ۲ ساعت پس از بستن ژله با استفاده از سانتریفوژ با سرعت ۵۰۰۰ g در دمای محیط اندازه‌گیری گردید. مقدار مایع جدا شده از بافت ژله در ظروف مدرج، اندازه‌گیری و درصد آب اندازی بر مبنای رابطه ۱ محاسبه شد [۲۴].

رابطه ۱: $(\%) = W_L/W_T \times 100$

که در آن W_L = وزن کل مایع جدا شده و W_T = وزن کل ژله بود.

۲-۳-۳-آنالیز پروفایل بافت[1]

برای بررسی ویژگی‌های بافتی (سختی، پیوستگی و قابلیت جویدن) نمونه‌های تولیدی، از دستگاه آنالیزور بافت مدل QTS25 CNS Farnell ساخت کشور انگلستان استفاده شد.

1. Texture profile analysis

نمونه‌ها در قطعات ۱۵×۱۵×۱۵ میلی‌متری برش داده شده و در دمای محیط قرار گرفت. میزان بارگذاری[1] دستگاه روی ۵ کیلوگرم (۵۰ نیوتون) تنظیم شد. سپس هر یک از نمونه‌ها در دو سیکل رفت و برگشتی توسط پروب[2] سیلندری به قطر ۳۵ میلی-متر و سرعت حرکت ۶۰ میلی‌متر در دقیقه تا ۷۰ درصد ارتفاع اولیه فشرده شده و سپس اعمال فشار متوقف گردید [۲۵] برای هر نمونه سه تکرار در نظر گرفته شد.

۲-۳-٤-میزان پایداری ویتامین D_3

جهت اندازه‌گیری ویتامین D_3 مقدار ۱۵ گرم از نمونه رقیق شده با ۲۰ میلی لیتر آب هموژن شد. نمونه هموژن شده با ۳۵ میلی لیتر هیدروکسید پتاسیم و ۲ میلی لیتر محلول اتانولی به یک فلاسک ۱۲۵ میلی لیتری انتقال داده و به آرامی همزده شد و برای حذف اکسیژن با نیتروژن ترکیب شد. به منظور صابونی کردن مخلوط حاصل، درب فلاسک به خوبی بسته شد و در حمام آب ۷۰°C به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده و گاهی هم همزده شد. نمونه صابونی شده در حمام آب یخ برای ۱۵ دقیقه قرار داده و خنک شد. سپس مخلوط در ترکیب اتانول و اتر به نسبت‌های ۱۰:۹۰ قرار داده شد. سپس اتر با استفاده از بخار نیتروژن در دمای C ٤۰° تبخیر شد. باقیمانده مواد در ۳ میلی لیتر هگزان حل شد و روی ستون استخراج فاز جامد (SPE)[3] خالص شدند. ستون استخراج فاز جامد به صورت پیوسته با ۲ میلی‌لیتر هگزان، ۲ میلی لیتر مخلوط ترکیبی از کلروفرم:هگزان (۲۲:۷۸، v/v) و با ۲ میلی لیتر متانول شسته شد. متانول شستشو دهنده حاوی ویتامین D_3 بود. محلول حاوی ویتامین D_3 جمع آوری شد و با بخار ٤۰°C نیتروژن خشک گردید. مواد باقی‌مانده در ۱ میلی لیتر استونیتریل حل شد و توسط یک فیلتر سرنگی ۰/٤۵ نانومتر فیلتر شد. میزان ویتامین D_3 با استفاده از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا[4] (HPLC) (Agilent 1260, USA) که به یک پمپ چهارگوش و نمونه‌گیر خودکار، انژکتور خلاء و یک آشکارساز با آرایه دوقطبی (G1315D) در طول موج ۲۵٤ نانومتر مجهز شده بود اندازه‌گیری شد. جداسازی توسط یک ستون C18 فاز معکوس (٤/٦ mm ×۲۵۰، اندازه ذرات µm ۵، قطر منافذ A°

1. Loading
2. Probe
3. Solid Phase Extraction
4. High Performance Liquid Chromatography

۳۰۰) انجام شد. فاز متحرک سیستم HPLC، استونیترول: متانول (۳۰:۷۰,v/v) با سرعت جریان ۱/۵ میلی لیتر در دقیقه بود. حجم تزریق نمونه µl ۱۰۰ بود [۲٦] .

۲-۳-۵-پایداری کلسیم طی دوره نگهداری

به منظور اندازه‌گیری کلسیم طی دوره نگهداری از روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی استفاده گردید[۲۷]. بدین طریق، پس از بدست آوردن خاکستر نمونه، جهت آماده سازی آن، ابتدا تمامی ظروف با اسید نیتریک v/v،۱/۳ و سپس با آب دیونیزه شستشو داده شد. سپس محتویات خاکستر را در ۱ میلی‌لیتر اسید نیتریک داخل بالن ۲۵۰ سی سی توسط شستشو با آب به حجم رسانده شد. همزمان با تهیه نمونه جهت اندازه‌گیری یون کلسیم، نمونه شاهد با همان روش و همان میزان مواد و واکنشگرهای مورد استفاده انجام گردید. جهت اندازه‌گیری یون کلسیم بعداز کالیبراسیون دستگاه طبق دستورالعمل کارخانه سازنده، از مشعل هوا- استیلن و طول موج ٤۲۲/۷ نانومتر، استفاده گردید. مقادیر جذب محلول نمونه اصلی و نمونه شاهد بلافاصله پس از کالیبره کردن دستگاه، تحت شرایط یون کلسیم انجام و مقدار یون از رابطه ۲ محاسبه گردید [۲۷].

رابطه ۲:
$$c = \frac{f_1 \times f_2 \times V \times W}{1000 \times m}$$

که در آن W (کسر جرمی یون که بر حسب میلی‌گرم بر گرم نمونه)، C (غلظت یون بر حسب میلی گرم بر لیتر در محلول نمونه که از نمودار کالیبراسیون خوانده می‌شود)، V (حجم بالن بر حسب میلی‌لیتر که در روش خاکسترگیری ۲۵۰ میلی‌لیتراست)، m (جرم نمونه)، f_1 (فاکتور رقت محلول در طی مرحله آماده سازی) و f_2 (فاکتور رقت محلول در طی مرحله اندازه‌گیری) بود.

۲-۳-٦-ارزیابی خصوصیات حسی

ارزیابی حسی نمونه‌های مورد بررسی بر مبنای مقیاس هدونیک پنج نقطه‌ای انجام گردید. ابتدا نمونه‌ها کدگذاری شدند و در اختیار ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده قرار گرفتند. ارزیاب‌ها نمونه‌ها را از نظر رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی با انتخاب بین امتیازهای ۱ تا ۵ (امتیاز ۱ بسیار بد و امتیاز ۵ بسیار خوب) امتیازدهی کردند [۲۸].

۲-٤-روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

طراحی تیمارها مطابق با طرح کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل صورت گرفت. بنابراین ۹ تیمار (جدول ۱) به همراه یک نمونه شاهد طراحی گردید. تمامی آزمون‌ها با سه تکرار انجام شدند.

نتایج آزمون‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (دانکن) در سطح اطمینان ۹۵٪ توسط نرم افزار مینی‌تب ۱۶ تجزیه و تحلیل شد.

Table 1 Treatments in this research.

Treatments	Calcium concentration (mg/100g)	Concentration of vitamin D3 (IU/100g)
Treatment 1 (control)	0	0
Treatment 2	500	40
Treatment 3	750	40
Treatment 4	1000	40
Treatment 5	500	70
Treatment 6	750	70
Treatment 7	1000	70
Treatment 8	500	100
Treatment 9	750	100
Treatment 10	1000	100

۳- نتایج و بحث

۳-۱-ارزیابی نتایج حاصل از تغییرات میزان رطوبت

با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۲ مشخص گردید که استفاده از درصدهای مختلف کلسیم تاثیر معنی دار ($p<۰/۰۵$) بر میزان رطوبت ژله‌های آماده داشت. همچنین بین میزان رطوبت تیمار شاهد با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) وجود داشت. نتایج نشان داد با افزایش میزان کلسیم، میزان رطوبت تیمارها به صورت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش یافت، که علت آن می‌تواند مربوط به جاذب الرطوبه بودن کلسیم باشد [۲۹].

Table 2 Investigation of physicochemical changes (moisture, acidity and synersis) of fortified ready-to-eat jelly containing different concentrations of vitamin D3 and calcium on the first day of storage

Treatments	Physicochemical changes		
	Moisture (%)	Acidity (% citric acid)	Synersis (%)
Treatment 1 (control)	83.555 ±0. 049 ^{a}	0.915 ±0. 091 ^{a}	0.470 ±0.028 ^{a}
Treatment 2	83.330 ±0. 084 ^{a}	1.145 ±0. 049 ^{c}	0.415 ±0. 021 ^{ab}
Treatment 3	83.095 ±0. 077 ^{bc}	1.425 ±0. 077 ^{b}	0.360 ±0. 014 ^{bc}
Treatment 4	82.840 ±0. 042 ^{d}	1.755 ±0. 049 ^{a}	0.310 ±0. 028 ^{c}
Treatment 5	83.345 ±0. 049 ^{ab}	1.150 ±0. 028 ^{c}	0.420 ±0. 014 ^{ab}
Treatment 6	83.065 ±0. 077 ^{cd}	1.425 ±0. 049 ^{b}	0.355 ±0. 007 ^{bc}
Treatment 7	82.870 ±0. 056 ^{cd}	1.760 ±0. 070 ^{a}	0.305 ±0. 021 ^{c}
Treatment 8	83.335 ±0. 077 ^{ab}	1.155 ±0. 049 ^{c}	0.430 ±0. 014 ^{ab}
Treatment 9	83.095 ±0. 063 ^{bc}	1.410 ±0. 042 ^{b}	0.355 ±0. 021 ^{bc}
Treatment 10	82.850 ±0. 042 ^{cd}	1.755 ±0. 077 ^{a}	0.305 ±0. 021 ^{c}

Results are shown as mean ± standard deviation.

بیشترین میزان رطوبت (٪ ۸۳/۵۵۵) در تیمار شاهد (بدون کلسیم و ویتامین D3 و کمترین میزان رطوبت (٪ ۸۳/۰۹۵) در تیمار ۱۰ که حاوی ۱۰۰۰ mg/100gکلسیم و ۱۰۰ IU/100g ویتامین D3 بود مشاهده گردید. در تایید نتایج حاصل از تحقیق حاضر فاضلی و همکاران.، (۱۳۸۵)[۳۰] در بررسی نان بربری غنی شده با منابع مختلف کلسیم، بیان نمودند که با افزایش میزان کلسیم، میزان رطوبت نان بربری کاهش یافت. کریمی و حسینی (۱۳۹۷) [۱٤] اثر جایگزینی پودر کدوحلوایی به جای ژلاتین در نسبت‌های مختلف در فرمولاسیون ژله را بررسی نمودند و بیان کردند پودر مورد استفاده حاوی مقدار قابل توجهی ترکیبات

تغذیه‌ای نظیر آهن، کلسیم، فیبر و بتاکاروتن است و استفاده از نسبت‌های مختلف پودر کدو در تهیه ژله‌ها تأثیر معنی‌داری بر میزان رطوبت محصول نداشت. نتایج جدول ۲ نشان داد با افزایش میزان ویتامین D_3، اختلاف معنی‌داری در میزان رطوبت تیمارهای مورد بررسی مشاهده نگردید. لازم به ذکر است که مقدار رطوبت حاصله در تحقیق حاضر در تمامی تیمارها در محدوده قابل قبول استاندارد ملی به شماره ۲٦۸۲ بود که بیشینه آن برابر ۸۵ درصد اعلام گردیده است [۲۳].

۳-۲-ارزیابی نتایج حاصل از تغییرات میزان اسیدیته

با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۲ مشخص گردید استفاده از درصدهای مختلف کلسیم تاثیر معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بر تغییرات اسیدیته تیمارهای ژله داشت بنابراین بین میزان اسیدیته تیمار شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) مشاهده گردید. نتایج نشان داد با افزایش میزان کلسیم، میزان اسیدیته تیمارها به صورت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) افزایش یافت. علت این افزایش می‌تواند به دلیل خاصیت اسیدی نمک مصرفی (کربنات کلسیم) در فرمولاسیون ژله غنی شده باشد [۳۱]. بیشترین میزان اسیدیته (۱/۷٦٪ اسیدسیتریک) در تیمار ۷ که حاوی 1000 mg/100g ۱۰۰۰کلسیم و ۷۰ IU/100g ویتامین D3 و کمترین میزان اسیدیته (۰/۹۱۵٪ اسیدسیتریک) در تیمار شاهد (بدون کلسیم و ویتامین D3) مشاهده شد.

Valencia و همکاران ،. (۲۰۱۳) [۱۹] به بررسی اثر افزودن کلسیم روی خصوصیات کیفی آبنبات‌های نرم تولید شده از میوه انگور قهوه‌ای و بدون ساکارز پرداختند و گزارش کردند افزودن کلسیم موجب کاهش اسیدیته آبنبات‌ها نسبت به نمونه شاهد گردید. در پژوهشی دیگر Caskun & Senoglu, (2011) [۳۲] گزارش دادند با افزایش مقدار کربنات کلسیم در ماست، اسیدیته ماست کاهش می‌یابد. این محققین بیان نمودند کربنات کلسیم بر رشد باکتری‌های اسید لاکتیک تاثیر می‌گذارد و مانع از افزایش میزان اسیدیته در محصول می‌گردند. مطابق با نتایج افزایش میزان ویتامین D_3، اثر معنی‌داری بر تغییرات اسیدیته تیمارها نداشت. قابل ذکر است که مقدار اسیدیته حاصله در تحقیق حاضر در تمامی تیمارها پایین‌تر از حد بیشینه در نظرگرفته شده توسط استاندارد ملی ایران به شماره ۲٦۸۲ برابر ۳ درصد بود [۲۳].

۳-۳-ارزیابی نتایج حاصل از تغییرات میزان آب اندازی

آب اندازی به معنای قابلیت حفظ آب درون بافتی ژله بوده و این ویژگی علاوه بر حفظ کیفیت ظاهری بافت ژله در ماندگاری محصول و عدم رشد میکروارگانیسم‌ها نیز مؤثر است [۲۹]. با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۲ مشخص گردید استفاده از غلظت‌های مختلف کلسیم تاثیر معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بر کاهش میزان آب اندازی ژله‌های آماده داشت. افزایش میزان ویتامین D_3، در میزان آب اندازی تیمارها اثر معنی داری نداشت. بیشترین میزان آب اندازی (٪ ۰/٤۷) در تیمار شاهد (بدون کلسیم و ویتامین D3) و کمترین میزان آب اندازی (٪ ۰/۳۰۵) در تیمار ۱۰ که حاوی 1000 mg/100g ۱۰۰۰کلسیم و ۱۰۰ IU/100g ویتامین D3 بود مشاهده گردید. طبق نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر مشخص گردید بین میزان رطوبت و میزان آب اندازی ژله‌ها رابطه مستقیم وجود داشت. قاطع فر و همکاران (۱۳۸٤) [۱۳] از پکتین موجود در طَبَق گل آفتابگردان در حضور مقادیر مختلف یون کلسیم، ژله‌های کم کالری تولید کرده و گزارش نمودند درصد پکتین و کلسیم دارای اثرات معنی‌داری بر میزان آب اندازی ژله‌ها داشته است که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت داشت.

۳-٤-ارزیابی نتایج حاصل از تغییرات خواص بافتی (سختی، پیوستگی و قابلیت جویدن)

سختی[1] حداکثر نیروی مورد نیاز جهت فشرده شدن نمونه‌ها (معادل ارتفاع اوج نیرو در مرحله فشردن است) است. پیوستگی[2] به معنی قابلیت پهن شدگی و افزایش طول نمونه قبل از شکستن بافت (مساحت نیروی مثبت فشردن در سیکل دوم به سیکل اول) در منحنی است. قابلیت جویدن[3] کار لازم برای جویدن وخمیری کردن نمونه برای بلع است [۳۳].

با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۳ مشخص گردید با افزایش میزان کلسیم، میزان سختی، پیوستگی و قابلیت جویدن تیمارها افزایش یافت.

علت سختی بافت ژله با افزایش میزان کربنات کلسیم می‌تواند مربوط به توانایی باند شدن کربنات کلسیم با ژلاتین مورداستفاده

1. Hardness
2. Cohesiveness
3. Chewiness

در فرمولاسیون ژله و درگیرکردن آب و ممانعت از خروج آن باشد [۳٤]. بنابراین با افزایش سختی، بافت ژله‌ها منسجم‌تر می‌شود و پیوستگی ژله‌ها افزایش و قابلیت جویدن بهبود می‌یابد [۳۵]. بیشترین میزان سختی (۵/۳۳۵g)، در تیمار ٤ که حاوی ۱۰۰۰mg/100g کلسیم و ٤۰ IU/100g ویتامین D_3، بود مشاهده گردید. بالاترین میزان پیوستگی (٪ ۰/۳۰۲) و قابلیت جویدن (۰/۰۰۹۵ g.mm) در تیمار ۷ که حاوی mg/100g ۱۰۰۰ کلسیم و IU/100g ۷۰ ویتامین D_3، بود مشاهده گردید. لازم به ذکر است افزایش میزان ویتامین D_3، اثر معنی‌داری بر تغییرات خواص بافتی ژله‌ها (سختی، پیوستگی و قابلیت جویدن) نداشت ($p>۰/۰۵$). مجاوریان و همکاران (۱۳۹۷)[۱۵] به بررسی بهینه سازی فرمولاسیون پاستیل زنجبیلی بر پایه ژلاتین پای مرغ و کنسانتره انگور پرداختند و نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد افزایش غلظت ژلاتین پای مرغ موجب افزایش پارامترهای شامل سختی، پیوستگی و قابلیت جویدن شد.

Table 3 Evaluation of changes in texture properties (hardness, consistency and chewability) of fortified ready-to-eat jelly containing different concentrations of vitamin D3 and calcium on the first day of storage

Treatments	Texture properties		
	Hardness (g)	Consistency (%)	Chewability (%)
Treatment 1 (control)	4.520 ±0. 099 ^{d}	0.133 ±0. 028 ^{c}	0.0035 ±0. 0002 ^{e}
Treatment 2	4.765 ±0. 0.063 ^{cd}	0.182 ±0. 0.016 ^{bc}	0.0050 ±0. 0.0004 ^{cde}
Treatment 3	5.075 ±0. 0.091 ^{abc}	0.236 ±0. 0.030 ^{ab}	0.0066 ±0. 0.0004 ^{b}
Treatment 4	5.335 ±0. 0.063 ^{a}	0.299 ±0. 0.020 ^{a}	0.0093 ±0. 0.0004 ^{a}
Treatment 5	4.755 ±0. 0.035 ^{cd}	0.178 ±0. 0.021 ^{bc}	0.0056 ±0. 0.0004 ^{bcd}
Treatment 6	5.070 ±0. 0.077 ^{abc}	0.224 ±0. 0.009 ^{b}	0.0065 ±0. 0.0007 ^{bc}
Treatment 7	5.285 ±0. 0.091 ^{a}	0.302 ±0. 0.011 ^{a}	0.0095 ±0. 0.0002 ^{a}
Treatment 8	4.790 ±0. 0.070 ^{bcd}	0.181 ±0. 0.005 ^{bc}	0.0048 ±0. 0.0002 ^{de}
Treatment 9	5.110 ±0. 0.113 ^{ab}	0.238 ±0. 0.008 ^{ab}	0.0065 ±0. 0.0002 ^{bc}
Treatment 10	5.310 ±0. 0.113 ^{a}	0.300 ±0. 0.010 ^{a}	0.0091 ±0. 0.0002 ^{a}

Results are shown as mean ± standard deviation.

۳-۵-ارزیابی نتایج حاصل از پایداری ویتامین D_3

با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ٤ مشخص گردید که استفاده از غلظت‌های مختلف کلسیم اثر معنی‌داری بر میزان پایداری ویتامین D_3 موجود در ژله‌های آماده نداشت ($p>۰/۰۵$) در عین حال اندکی کاهش در میزان ویتامین D_3 طی زمان نگهداری مشاهده گردید که این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$) و علت عدم کاهش معنی‌دار آن می‌تواند مربوط به مقاومت ویتامین D_3 نسبت به شرایط نگهداری و اکسیداسیون در مقابل نور باشد [۳٦].

Table 4 Evaluation of the stability of vitamin D3 (IU / 100g) and calcium (mg/100g) ready-to-eat jelly enriched with different concentrations of vitamin D3 and calcium during 60 days of storage

Treatments	Stability of vitamin D3 (IU / 100g)		
	Day 1	Day 30	Day 60
Treatment 1 (control)	0.000 ±0. 000 ^{dC}	0.000 ±0. 000 ^{dB}	0.000 ±0. 000 ^{dA}
Treatment 2	36.680 ±0. 665 ^{cA}	36.630 ±0. 608 ^{cA}	36.515 ±0. 375 ^{cA}
Treatment 3	36.740 ±0. 636 ^{cA}	36.670 ±0. 396 ^{cA}	36.455 ±0. 403 ^{cA}
Treatment 4	36.730 ±0. 778 ^{cA}	36.455 ±0. 573 ^{cA}	36.415 ±0. 092 ^{cA}
Treatment 5	65.015 ±0. 375 ^{bA}	64.815 ±0. 417 ^{bA}	64.600 ±0. 410 ^{bA}
Treatment 6	64.825 ±0. 346 ^{bA}	64.560 ±0. 255 ^{bA}	64.355 ±0. 332 ^{bA}
Treatment 7	64.805 ±0. 601 ^{bA}	64.715 ±0. 346 ^{bA}	64.420 ±0. 410 ^{bA}
Treatment 8	88.175 ±0. 336 ^{aA}	88.050 ±1. 301 ^{aA}	87.905 ±1. 138 ^{aA}
Treatment 9	88.225 ±0. 068 ^{aA}	87.935 ±0. 983 ^{aA}	87.990 ±1. 131 ^{aA}
Treatment 10	88.190 ±0. 287 ^{aA}	88.080 ±1. 230 ^{aA}	87.785 ±0. 969 ^{aA}

Results are shown as mean ± standard deviation.
Different small letters indicate a significant difference in each column.
Different capital letters indicate a significant difference in each row.

در تایید نتایج حاصل از این تحقیق Kazemi و همکارانش.، (۲۰۰۷) [۳٦] به بررسی میزان پایداری ویتامین D_3 در ماست، طی ٤ هفته نگهداری پرداختند و گزارش کردند میزان ویتامین D_3 طی ٤ هفته نگهداری کاهش معنی‌داری نداشت. Leskaiteو همکارانش.، (۲۰۱٦)[۲۰] ماست و خامه ترش را با ویتامین D_3 غنی نمودند و میزان پایداری ویتامین D_3 را پس از ذخیره سازی در درمای ٤ درجه سانتی گراد به مدت ۷ روز در نور و ١٤ روز در تاریکی بررسی نمودند و گزارش کردند کاهش معنی‌داری در میزان ویتامین D_3 طی دوره نگهداری مشاهده نگردیده است.

۳-٦-ارزیابی نتایج حاصل از پایداری کلسیم

با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۵ مشخص گردید استفاده از غلظت‌های مختلف کلسیم و ویتامین D_3 تاثیر معنی‌داری بر میزان پایداری کلسیم نداشت ($p>۰/۰۵$). لازم به ذکر است که زمان نگهداری نیز تاثیر معنی‌داری بر تغییرات میزان کلسیم نداشت ($p>۰/۰۵$).

Valencia و همکاران.، (۲۰۱۳) [۱۹] آبنبات‌های نرم تولید شده از میوه انگور قهوه‌ای و بدون ساکارز و غنی شده با کلسیم تولید نمودند و گزارش کردند آبنبات مذکور حدود ۲۰ درصد از نیاز روزانه به کلسیم مصرف کنندگان را فراهم می‌نماید و میزان کلسیم آن طی دروه نگهداری کاهش معنی‌داری نداشته است. آنها بیان داشتند کلسیم جزء املاح است بنابراین طی دوره نگهداری کاهش نمی‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت داشت.

Table 5 Evaluation of calcium stability (mg/100g) Ready-to-use jelly enriched with different concentrations of vitamin D3 and calcium during 60 days of storage

Treatments	Calcium stability (mg/100g)		
	Day 1	Day 30	Day 60
Treatment 1 (control)	14.94 ±0. 42 ^{dA}	14.91 ±0.52 ^{dA}	15.00 ±0.43 ^{dA}
Treatment 2	461.50 ±16. 26 ^{cA}	465.50 ±17.68 ^{cA}	460.50 ±13.44 ^{cA}
Treatment 3	653.00 ±16. 97 ^{bA}	655.50 ±19.09 ^{bA}	651.50 ±7.78 ^{bA}
Treatment 4	889.00 ±21. 21 ^{aA}	883.50 ±6.36 ^{aA}	891.50 ±23.33 ^{aA}
Treatment 5	463.00 ±9. 90 ^{cA}	463.00 ±7.07 ^{cA}	464.50 ±7.78 ^{cA}
Treatment 6	651.50 ±17. 68 ^{bA}	647.00 ±12. 73 ^{bA}	656.00 ±22.63 ^{bA}
Treatment 7	890.00 ±9. 90 ^{aA}	883.00 ±11. 31 ^{aA}	895.50 ±14.85 ^{aA}
Treatment 8	458.50 ±14. 85 ^{cA}	459.50 ±13. 44 ^{cA}	460.50 ±13.44 ^{cA}
Treatment 9	883.50 ±19. 09 ^{aA}	894.00 ±7.07 ^{aA}	888.00 ±14.14 ^{aA}
Treatment 10	14.94 ±0. 42 ^{dA}	14.91 ±0. 52 ^{dA}	15.00 ±0.43 ^{dA}

Results are shown as mean ± standard deviation.
Different small letters indicate a significant difference in each column.
Different capital letters indicate a significant difference in each row.

۳-۷-ارزیابی نتایج ویژگی‌های حسی

اندازه‌گیری کیفیت یک فرآورده بر اساس اطلاعات دریافتی از پنج حس بینایی، شنوایی، بویایی، چشایی و لامسه ارزیابی حسی گفته می‌شود که این روش بهترین راه برای ارزیابی طعم و بافت در انواع غذاهای جدید به ویژه غذاهای ترکیبی (فرموله) در مراحل اولیه توسعه می‌باشد [۳٦]. نتایج ارزیابی حسی رنگ، بافت، طعم و پذیرش کلی ژله آماده مصرف غنی شده با غلظت‌های مختلف ویتامین D_3 و کلسیم طی ٦۰ روز نگهداری در جدول ٦ و ۷ نشان داده شده است.

نتایج نشان داد با افزایش غلظت کلسیم، امتیاز رنگ و طعم تیمارهای مورد بررسی نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت، به طوری که بالاترین امتیاز طعم و رنگ پس از نمونه شاهد در نمونه‌های ژله حاوی میزان کمتر کلسیم (۵۰۰ mg/100g) مشاهده گردید. افزودن ویتامین D_3 تاثیر معنی‌داری بر کاهش امتیاز رنگ و طعم ژله‌های غنی شده با ویتامین D_3 و کلسیم نسبت به نمونه شاهد نداشت. علت کاهش امتیاز طعم با افزایش غلظت کلسیم می‌تواند مربوط به افزایش سختی و قابلیت جویدن ژله‌های تولیدی باشد که منجر به کاهش رهایش ترکیبات طعمی در دهان با افزایش سختی و قابلیت جویدن ژله می‌گردد. علت کاهش امتیاز رنگ تیمارها با افزایش غلظت کلسیم می‌تواند مربوط به کدر شدن ژله‌های تولیدی باشد. در حالی‌که استفاده از

درصدهای مختلف کلسیم و ویتامین D_3 تاثیر معنی‌داری بر ویژگی بافت و پذیرش کلی ژله‌های غنی شده با ویتامین D_3 و کلسیم نسبت به نمونه شاهد نداشت ($p>0/05$). لازم به ذکر است زمان نیز اثر معنی‌داری بر تغییرات فاکتورهای حسی نظیر رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی تیمارهای مورد آزمون نداشت. Canan و همکاران.، (۲۰۱۳) [۱۸] به بررسی کاربردهای غنی سازی در صنعت ژله با سه دوز متفاوت از چهار ماده معدنی (کلسیم، آهن، روی و فسفر) و هفت ویتامین (ویتامین B_1، ویتامین B_2، ویتامین B_6، نیاسین، اسید پانتوتنیک، ویتامین C، ویتامین E) پرداختند. نتایج نشان داد با افزایش غنی سازی پذیرش نمونه‌ها توسط ارزیاب‌ها کاهش یافت که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت داشت. Garrido و همکاران.، (۲۰۱۵) [۳۸] اثر متغیرهای مختلف در فرمولاسیون ژله را روی خصوصیات رنگ و پذیرش کلی ژله سیب مورد ارزیابی قرار دادند و بیان داشتند که پارامترهای رنگی یکی از فاکتورهای مهم است که تحت تأثیر فرمولاسیون ژله قرار دارد.

Table 6 Evaluation of sensory evaluation of color and texture of ready-to-eat jelly enriched with different concentrations of vitamin D3 and calcium during 60 days of storage

Treatments	Color score			Texture score		
	Day 1	Day 30	Day 60	Day 1	Day 30	Day 60
Treatment 1	4.725 ±0. 106 ^{aA}	4.810 ±0. 028 ^{aA}	4.730 ±0. 254 ^{aA}	4.515 ±0. 233 ^{aA}	4.530 ±0. 183 ^{aA}	4.500 ±0. 183 ^{aA}
Treatment 2	4.380 ±0. 183 ^{abA}	4.315 ±0. 233 ^{abA}	4.385 ±0. 205 ^{abA}	4.580 ±0. 240 ^{aA}	4.580 ±0. 254 ^{aA}	4.580 ±0. 212 ^{aA}
Treatment 3	3.950 ±0. 198 ^{bcA}	3.980 ±0. 198 ^{bcA}	3.985 ±0. 162 ^{abcA}	4.835 ±0. 091 ^{aA}	4.840 ±0. 127 ^{aA}	4.850 ±0. 155 ^{aA}
Treatment 4	3.445 ±0. 134 ^{cA}	3.435 ±0. 205 ^{cA}	3.435 ±0. 162 ^{cA}	4.865 ±0. 120 ^{aA}	4.865 ±0. 162 ^{aA}	4.895 ±0. 134 ^{aA}
Treatment 5	4.440 ±0. 183 ^{abA}	4.435 ±0. 233 ^{abA}	4.465 ±0. 233 ^{abA}	4.580 ±0. 254 ^{aA}	4.580 ±0. 226 ^{aA}	4.580 ±0. 183 ^{aA}
Treatment 6	3.985 ±0. 261 ^{bcA}	3.980 ±0. 240 ^{bcA}	4.025 ±0. 247 ^{abcA}	4.815 ±0. 106 ^{aA}	4.820 ±0. 141 ^{aA}	4.825 ±0. 176 ^{aA}
Treatment 7	3.450 ±0. 084 ^{cA}	3.480 ±0. 155 ^{cA}	3.440 ±0. 127 ^{cA}	4.855 ±0. 091 ^{aA}	4.845 ±0. 162 ^{aA}	4.890 ±0. 113 ^{aA}
Treatment 8	4.460 ±0. 183 ^{abA}	4.420 ±0. 254 ^{abA}	4.420 ±0. 169 ^{abA}	4.585 ±0. 261 ^{aA}	4.615 ±0. 233 ^{aA}	4.630 ±0. 226 ^{aA}
Treatment 9	3.950 ±0. 198 ^{baA}	3.930 ±0. 254 ^{bcA}	3.905 ±0. 162 ^{bcA}	4.820 ±0. 155 ^{aA}	4.860 ±0. 169 ^{aA}	4.825 ±0. 162 ^{aA}
Treatment 10	3.445 ±0. 176 ^{cA}	3.390 ±0. 169 ^{cA}	3.440 ±0. 141 ^{cA}	4.835 ±0. 120 ^{aA}	4.830 ±0. 155 ^{aA}	4.850 ±0. 084 ^{aA}

Results are shown as mean ± standard deviation.
Different small letters indicate a significant difference in each column.
Different capital letters indicate a significant difference in each row.

Table 7 Evaluation of sensory evaluation score of taste and general acceptance of ready-to-eat jelly enriched with different concentrations of vitamin D3 and calcium during 60 days of storage

Treatments	Taste score			General acceptance score		
	Day 1	Day 30	Day 60	Day 1	Day 30	Day 60
Treatment 1	4.750 ±0. 353 ^{aA}	4.720 ±0. 297 ^{aA}	4.725 ±0. 247 ^{aA}	4.715 ±0. 304 ^{aA}	4.725 ±0. 261 ^{aA}	4.770 ±0. 268 ^{aA}
Treatment 2	4.315 ±0. 417 ^{abA}	4.350 ±0. 396 ^{abA}	4.300 ±0. 353 ^{abA}	4.680 ±0. 240 ^{aA}	4.720 ±0. 226 ^{aA}	4.690 ±0. 240 ^{aA}
Treatment 3	3.940 ±0. 410 ^{abA}	3.955 ±0. 459 ^{abA}	3.950 ±0. 353 ^{abA}	4.510 ±0. 240 ^{aA}	4.485 ±0. 233 ^{aA}	4.470 ±0. 240 ^{aA}
Treatment 4	3.230 ±0. 297 ^{bA}	3.285 ±0. 275 ^{bA}	3.270 ±0. 311 ^{bA}	4.290 ±0. 353 ^{aA}	4.300 ±0. 282 ^{aA}	4.325 ±0. 346 ^{aA}
Treatment 5	4.265 ±0. 403 ^{abA}	4.240 ±0. 410 ^{abA}	4.265 ±0. 431 ^{abA}	4.625 ±0. 318 ^{aA}	4.665 ±0. 304 ^{aA}	4.645 ±0. 304 ^{aA}
Treatment 6	3.830 ±0. 410 ^{abA}	3.870 ±0. 424 ^{abA}	3.830 ±0. 353 ^{abA}	4.455 ±0. 176 ^{aA}	4.435 ±0. 162 ^{aA}	4.415 ±0. 176 ^{aA}
Treatment 7	3.195 ±0. 219 ^{bA}	3.205 ±0. 247 ^{bA}	3.205 ±0. 261 ^{bA}	4.210 ±0. 282 ^{aA}	4.230 ±0. 212 ^{aA}	4.250 ±0. 282 ^{aA}
Treatment 8	4.180 ±0. 410 ^{abA}	4.160 ±0. 410 ^{abA}	4.140 ±0. 396 ^{abA}	4.405 ±0. 148 ^{aA}	4.390 ±0. 141 ^{aA}	4.375 ±0. 176 ^{aA}
Treatment 9	3.670 ±0. 325 ^{abA}	3.705 ±0. 332 ^{abA}	3.725 ±0. 346 ^{abA}	4.105 ±0. 233 ^{aA}	4.100 ±0. 212 ^{aA}	4.075 ±0. 219 ^{aA}
Treatment 10	3.090 ±0. 268 ^{bA}	3.115 ±0. 219 ^{bA}	3.130 ±0. 282 ^{bA}	3.880 ±0. 254 ^{aA}	3.930 ±0. 212 ^{aA}	3.890 ±0. 198 ^{aA}

Results are shown as mean ± standard deviation.
Different small letters indicate a significant difference in each column.
Different capital letters indicate a significant difference in each row.

قاطع فر و همکاران (۱۳۸٤) [۱۳] استفاده از پکتین موجود در طبق گل آفتابگردان را در حضور مقادیر یون کلسیم و حضور مقادیر کم شکر در فرمولاسیون ژله‌های کم کالری آب سیب را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که درصد پکتین و کلسیم دارای اثرات معنی داری روی خواص رئولوژیک ژله‌های تولید شده بوده است که این موضوع نیز می‌تواند امتیازات ارزیابان حسی را تحت تاثیر قرار دهد.

٤- نتیجه گیری کلی

هدف کلی از این پژوهش بررسی امکان غنی سازی ژله با غلظت‌های مختلف ویتامین D_3 (۱۰۰ IU/100 g و ۷۰، ٤۰) و کلسیم (۱۰۰۰ mg/100g و ۷۵۰، ۵۰۰) بود. نتایج نشان داد استفاده از غلظت‌های مختلف ویتامین D_3 اثر معنی‌داری بر میزان رطوبت، اسیدیته، میزان آب اندازی، خواص بافتی (سختی، پیوستگی و قابلیت جویدن) و ویژگی‌های حسی (رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی) ژله‌های غنی شده در مقایسه با نمونه شاهد نداشت و طی دوره نگهداری نیز کاهش معنی‌داری نشان نداد. مطابق با نتایج استفاده از غلظت‌های مختلف کلسیم اثر معنی‌داری بر میزان کاهش رطوبت، افزایش اسیدیته، کاهش میزان آب اندازی، افزایش سختی، پیوستگی و قابلیت جویدن و کاهش امتیاز رنگ و طعم گردید. امتیاز بافت و پذیرش کلی ژله‌های غنی شده با کلسیم و ویتامین D_3 اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت و طی دوره نگهداری نیز کاهش معنی‌داری نشان نداد. مطابق با نتایج این تحقیق می‌توان از کلسیم به میزان ۱۰۰۰ mg/100g و ویتامین D_3 به میزان ۱۰۰ IU/100mg در فرمولاسیون ژله استفاده نمود بدون اینکه اثر نامطلوب بر خواص حسی آن داشته باشد تا علاوه بر مصرف ژله به خواص سلامت بخشی نیز دست یابیم.

٥-منابع

[1] Ohta, H., Uenishi, K. and Shiraki, M. 2016. Recent nutritional trends of calcium and vitamin D in East Asia. Osteoporosis and Sarcopenia. 2(4): 208-213.
[2] Wang, L., Manson, J. E., Song, Y. and Sesso, H. D. 2010. Systematic review: vitamin D and calcium supplementation in prevention of cardiovascular events. Annals of internal medicine. 152(5): 315-323
[3] Moyad, M. A. 2003. The potential benefits of dietary and/or supplemental calcium and vitamin D. Urologic Oncology: Seminars and Original Investigations. 21(5): 384-391.
[4] Peterlik, M. and Cross, H. S. 2005. Vitamin D and calcium deficits predispose for multiple chronic diseases. European journal of clinical investigation. 35(5): 290-304.
[5] Calvo, M. S., Whiting, S. J., and Barton, C. N. 2004. Vitamin D fortification in the United States and Canada: current status and data needs. The American journal of clinical nutrition. 80(6): 1710S-1716S.
[6] Fisher, T. L. 1999. Nutraceuticals in the confection industry. manufacturing confectioner. 79(12): 106-108
[7] Holick, M. F. (Ed.). 2010. Vitamin D: physiology, molecular biology, and clinical applications. Springer Science & Business Media.
[8] Pludowski, P., Holick, M. F., Grant, W. B., Konstantynowicz, J., Mascarenhas, M. R., Haq, A. and Rudenka, E. 2018. Vitamin D supplementation guidelines. The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology, 9, 1-21.
[9] Braegger, C., Campoy, C., Colomb, V., Decsi, T., Domellof, M., Fewtrell, M. and Turck, D. 2013. Vitamin D in the healthy European paediatric population. Journal of pediatric gastroenterology and nutrition. 56(6): 692-701.
[10] Heaney, R. P. 2000. Calcium, dairy products and osteoporosis. Journal of the American College of Nutrition. 19(sup2): 83-99.
[11] McCarron, D. A. and Heaney, R. P. 2004. Estimated healthcare savings associated with adequate dairy food intake. American journal of hypertension. 17(1): 88-97.
[12] Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes: calcium, phosphorus, magnesium,
vitamin D and fluoride. Washington, D.C.: National Academy Press; 1997. www.iom.edu/
[13] Ghaatefar, R., Ahmadi Zanoor, A., Ghasemzadeh, H., Abasseh, A. and

Mohammadi, SA. A. 2005. Production of low-calorie apple juice using pectin based on sunflower. Journal of Agricultural Knowledge. 17 (1): 109-118.

[14] Karimi, F. and Hosseini Ghaboos, S. H., 2018. Investigation of physicochemical and sensory properties of jelly powder containing pumpkin powder. Iranian Journal of Food Science and Technology. (76) 15: 319-328

[15] Mojaverian, S. P., Raftani Amiri, Z. and Shahiri Tabarestani, H. 2018. Optimization of Ginger Pastel Formulation Based on Chicken Leg Gelatin and Grape Concentrate by Response Surface Methodology (RSM). Food Science and Technology. 82(15): 334-319

[16] Lau, M. H., Tang, J. and Paulson, A. T. 2000. Texture profile and turbidity of gellan/gelatin mixed gels. Food Research International. 33(8): 665-671.

[17] Acosta, O., Víquez, F., Cubero, E. and Morales, I. 2006. Ingredient Levels Optimization and Nutritional Evaluation of a Low-calorie Blackberry (Rubus irasuensis Liebm.) Jelly. Journal of food science. 71(5). 390-394.

[18] Canan, T., Bige, I., Omer, C and Melic, K. A. 2013. Research on the fortification applications for jelly confectionery. Journal of Food, Agriculture & Environment .11 (2): 152-157.

[19] Valencia, F. E., Cortes R. M. and Roman M, M. O. 2013. Quality assessment of cape gooseberry candy with added calcium without sucrose. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 11(1): 47-56.

[20] Leskaite, D., Jasutiene, I., Malinauskyte, E., Kersiene, M. and Matusevicius, P. 2016. Fortification of dairy products with vitamin D3. International Journal of Dairy Technology. 69(2): 177-183.

[21] Kaushik, R. and Arora, S. 2017. Effect of calcium and vitamin D_2 fortification on physical, microbial, rheological and sensory characteristics of yoghurt. International Food Research Journal. 24(4): 1744-1752.

[22] Hosseininejad, M., Mohtashami, M., Kamali, S. and Elahi, M. 2015. Optimization of low-calorie fruit jelly powder formulation using sucralose and isomalt sweeteners. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology. 4 (1): 65-74.

[23] ISIRI. 2016. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Jelly Products - Test Properties and Methods, No. 2682. 2st. Ed Tehran.

[24] Sahan, N., Yasar, K. and Hayaloglu, A. A. 2008. Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β-glucan hydrocolloidal composite during storage. Food Hydrocolloids. 22(7): 1291-1297.

[25] Takahashi, T., Hayakawa, F., Kumagai, M., Akiyama, Y. and Kohyama, K. 2009. Relations among mechanical properties, human bite parameters, and ease of chewing of solid foods with various textures. Journal of food engineering. 95(3): 400-409.

[26] Jafari, T., Askari, G., Mirlohi, M., Javanmard, SH., Faghihimani, E. and Fallah, A.A. 2016. Stability of Vitamin D_3 in fortified yoghurt and yoghurt drink (Doogh). Advanced Biomedical Research. 5: 1-5.

[27] ISIRI. 2008. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Milk and its Products-Determination of calcium, sodium, potassium and Magnesium-Atomic absorption spectroscopy, No. 10780. 1st. Ed Tehran.

[28] Fatahi, A. 2017. Production of apricot pastel and investigation of water activity and its color, texture and acceptance characteristics. Journal of Food Science and Technology. 68(14): 28-35.

[29] Alemán, S., Pacheco-Delahaye, E., Pérez, E., Schroeder, M. 2011. Elaboration of blackberry (Rubus glaucus Benth.) jellies with native and modified banana starches (Musa ABB), African Journal of Food Science. 5: 181-187.

[30] Fazeli, F., Azar, M. and Azizi, M. H. 2006. Production of barley bread fortified with various sources of calcium and its evaluation. Iranian Journal of Food Science and Technology. 6(3): 33-39.

[31] Ghorbani Hassan Sarai, A., Ghodousi, HB, Mortazavi, S. A., Imam Jomeh, Z., Shahidi Yasaghi, S. A. And Motamedzadegan, A. 2009. Investigation of the Effect of Calcium Enrichment Process on our Physicochemical Properties. Electronic Journal of Food Processing and Preservation (Gorgan Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources). (1) 1: 87-98.

[32] Coskun, F. and Senoglu, C. 2011. The

effect of using different levels of calcium carbonate on the physical, chemical and sensory properties of yoghurt. GIDA-Journal of Food. 36(3): 129-135.
[33] Kealy, T. 2006. Application of liquid and solid rheological technologies to the textural characterization of semi-solid food. Food Reserch International, 39: 265-276.
[34] Szczesniak, A.S. 2002. Texture is a sensory property. Food Quality and Preference. 13: 215-225.
[35] Boland A.B., Delahunty C.M. and Van Ruth S.M. 2006. Influence of the textire of gelatin gels and pectin gels on strawberry flavor release and perception. Food Chemistry. 96:452-460.
[36] Kazmi, S.A., Vieth, R. and Rousseau. D. 2007. Vitamin D3 fortification and quantification in processed dairy products. International Dairy Journal. 17: 753–759.
[37] Abbasi, S., and Rahimi, S. 2007. Introduction of an unknown local plant gum : Persian gum (zedu gum). Flour and Food Industry Magazine. 4: 42-51.
[38] Garrido, J. I., Lozano, J. E. and Genovese, D. B. 2015. Effect of formulation variables on rheology, texture, colour, and acceptability of apple jelly: Modelling and optimization. LWT-Food Science and Technology. 62(1): 325-332.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigation of physical-chemical and sensory properties of jelly enriched with calcium and vitamin D_3

Berenjy, Sh. [1], Nateghi, L. [2*]

1. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2020/ 11/ 20
Accepted 2021/ 05/ 15

Keywords:

Jelly,
Enrichment,
Calcium,
Vitamin D3.

DOI: 10.52547/fsct.18.116.103

*Corresponding Author E-Mail:
leylanateghi@iauvaramin.ac.ir

ABSTRACT

Vitamin D is needed to adjust the absorption of calcium and phosphorus from the diet and their placement in bone. Inadequate calcium intake can also lead to osteoporosis in children and adults.The aim of the present study was to investigate the possibility of enriching the jelly with vitamin D3 in concentrations (40, 70 and 100 IU /100g) and calcium in the form of calcium carbonate in the levels (500, 750 and 1000 mg /100 g). According to this, 9 treatments with control sample (jelly without vitamin D3 and calcium) were designed according to a completely randomized design. Chemical tests (soluble solids, acidity and ash) and texture properties (hardness, cohesiveness and chewability) on the first day and calcium and vitamin D3 stability tests and sensory properties (color, taste and smell, texture and general acceptability) during 60 Storage days were evaluated with 3 replications. The results showed that the use of different concentrations of vitamin D3 had no significant effect on the amount of moisture, acidity, synersis, texture properties and sensory properties of fortified jellies compared to the control sample. According to the results, the use of different concentrations of calcium had a significant effect on the rate of decrease in moisture, increase in acidity, decrease in synersis, increase in hardness, consistency and chewability and decrease in color and taste points. Texture score and overall acceptance of jellies enriched with calcium and vitamin D3 were not significantly different from the control sample and did not show a significant decrease during storage. The results showed that calcium at the rate of 1000 mg/100g and vitamin D3 at the rate of 100 IU/100mg could be used without adversely affecting in the sensory properties in the jelly formulation. Therefore, by enriching the jelly and use of it in the diet of children and the elderly take advantage of its valuable properties.