مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی خواص فیزیکوشیمیایی، بافتی و ارگانولپتیکی ژله سیب سین‌بیوتیکحاوی اینولین بر پایه کاراگینان

اکرم پیمان نیا[۱]، علیرضا شهاب لواسانی[۲*]،نازنین زند[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین –پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

۲- دانشیارگروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین –پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

۳- استادیارگروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین –پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۲۳

کلمات کلیدی:

ژله سیب،

ژله سین بیوتیک،

لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس،

اینولین

DOI:10.22034/FSCT.22.159.267.

* مسئول مکاتبات:

shahabam20@yahoo.com

چکیده

در این مطالعه تولید ژله سیب سین بیوتیک حاوی اینولین (۰ تا ۳ درصد) و باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس (10^{11} cfu/ml) مورد مطالعه قرار گرفت و آزمون‌های pH، بریکس، سینرسیس، کدورت، زنده مانی، خصوصیات بافتی و ارزیابی حسی بر روی نمونه‌ها صورت پذیرفت. این ارزیابی‌ها در دوره نگهداری ۳۰ روزه انجام شد. نتایج نشان داد، با افزایش مقدار اینولین، مقادیر pH، بریکس و کدورت نمونه‌ها افزایش یافت. سینرسیس نمونه‌های ژله سیب نیز با افزایش مقدار اینولین کاهش یافت. افزودن باکتری پروبیوتیک به ژله سیب باعث افزایش آب اندازی نمونه‌ها گردید. با افزایش زمان pH نمونه‌های ژله سیب از ۴/۰۷ تا ۳/۹۸ کاهش یافت. کدورت نمونه‌ها نیز در طی دوره نگهداری به صورت معنی داری افزایش یافت. بیشترین تغییرات در دوره نگهداری ۳۰ روزه به آزمایشات سینرسیس مربوط بود که با افزایش زمان نگهداری، سینرسیس نمونه‌ها افزایش یافت. نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک از بافت نرم‌تری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند. نمونه ژله سیب سین بیوتیک قابلیت جویدن بهتری نسبت به نمونه شاهد داشت. *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* قابلیت زنده مانی بالاتری در نمونه حاوی اینولین دارا بود که با افزایش زمان قابلیت زنده مانی آن کاهش یافت.

۱-مقدمه

مصرف فرآورده های شیرین، به شکل‌های مختلف یکی از عادات تغذیه‌ای روزمره در سراسر جهان به شمار می‌رود. مصرف فرآورده‌های شیرین در طول تاریخ متجاوز از سه هزار سال، سیری صعودی و تنوع پذیر داشته و از مصرف انواع میوه‌های شیرین و ترشحات گیاهی و عسل آغاز شده و به انواع شیرین کننده‌های سنتزی گسترش یافته است.میان وعده آماده که به دلیل بافت، طعم و شکل مطلوب از جذابترین محصولات مورد توجه کودکان است، اغلب دارای مواد مغذی کم و رنگهای با منشاء غیر طبیعی است که در دراز مدت منجر به سوء تغذیه و تهدید سلامت این قشر از جمعیت در حال رشد خواهد [۱]. در طی سالیان اخیر محققان بسیاری مواد غذایی حاوی میکرواورگانیسم‌های پروبیوتیک فراوری و تولید نموده‌اند. در این میان، ژله یکی از انواع مواد غذایی است که به عنوان دسر، طرفداران زیادی خصوصاً در بین کودکان دارد. با توجه به پرطرفدار بودن این محصول، بالاتر بردن ارزش غذایی آن می‌تواند حائز اهمیت باشد. ژله انواع مختلفی مانند ژله‌های آماده به مصرف، ژله دسر، ژله قنادی و ژله نوشیدنی دارد. ژله آماده به مصرف، فرآورده‌ای است که از مخلوط کردن مواد ژله‌کننده مانند کاراگینان، ژلاتین، پکتین، آگار و... به همراه شکر و یا سایر شیرین‌کننده‌ها، حجم دهنده‌های مجاز خوراکی، رنگ، اسانس مجاز خوراکی و یا پودر عصاره طبیعی میوه‌ها، اسیدهای مجاز خوراکی و سایر مواد متشکه فرعی (همچون پودر تخم مرغ، پودر کاکائو، زعفران و...) پس از فرآوری تهیه می‌شود [۲].ژله میوه یکی از انواع دسر و از میان وعده های مناسب است که در کشورهای مختلف انواع آن مورد تحقیق قرار گرفته است. در این محصولات از ترکیباتی مانند ژلاتین، نشاسته اصلاح شده، پکتین، کاراگینان و ... برای رسیدن به بافت مطلوب استفاده شده است. این فرآورده ها به آسانی قابل خوردن هستند، زمان ماندگاری بالایی دارند، ظاهر مناسب و بازار پسندی دارند، احساس دهانی خوبی دارند و از نظر سلامتی نیز مفید هستند.ژله طبق تعریف استاندارد فرآورده ای است که از مخلوط کردن مواد ژله کننده مانند ژلاتین، پکتین، آگار، نشاسته، شکر، رنگ، اسانس‌های مجاز خوراکی یا عصاره‌های طبیعی میوه‌ها، اسید های مجاز خوراکی و سایر مواد متشکله فرعی، پس از فرآوری تهیه می شود. اینولین ترکیبی قندی (از نوع الیگوساکارید) و غیر قابل هضم یا با قابلیت هضم اندک می‌باشد که در بیش از ۳۰۰۰۰ گونه گیاهی یافت می‌شود. ریشه کاسنی در کشورهای بلژیک، هلند و فرانسه تولید، فراوری و صادر می‌گردد [۳]. علاوه بر آن اینولین ترکیبی با قابلیت انحلال در آب بوده که در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد، می‌تواند تا ۳۵ درصد در آب حل شود [٤]. یکی از بهترین جایگزین‌های چربی بر پایه کربوهیدرات‌ها می‌باشد. اینولین یک فیبر رژیمی قابل حل در آب میباشد که شامل مخلوطی از الیگومرها و پلیمرهای فروکتوز با اتصالات ۱←۲ β تشکیل شده است. اینولین پس از رسیدن به محیط روده به عنوان منبع کربن یا انرژی به طور انتخابی سبب رشد و یا فعالیت پروبیوتیک‌ها (باکتری‌های مفید روده‌ای مانند لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدوباکتریوم‌ها) می‌شود [٥]. از تحقیقات انجام شده می توان به تولید دسرهای ژلی پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس اسیدو فیلوس و نیز تحقیق انجام شده توسط رجب پور و همکاران (۱۳۹۹) در خصوص امکان تولید و ارزیابی ویژگی های کیفی ژله پروبیوتیک و سین بیوتیک دارای باسیلوس کوآگولانس اشاره داشت [٦و٧] مطالعات بسیاری در استفاده از لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به عنوان یک پروبیوتیک صورت گرفته اما از این میکرواورگانیسیم در حضور پری بیوتیک اینولین در ژله‌ها تا کنون استفاده‌ای نشده است. از این رو هدف از انجام این مطالعه تولید ژله سین بیوتیک حاوی اینولین و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بررسی خواص فیزیکوشیمیایی آن در طی دوره نگهداری می‌باشد.

۲-مواد و روش ها

۲-۱-تولید نمونه‌های ژله

به منظور تهیه نمونه‌های ژله ابتدا شکر (١٦ تا ١٨ درصد)، کاراگینان (٠/٦ تا ٠/٨ درصد)، سدیم سیترات (٠/٢ درصد)،

اسید سیتریک (۰/۲ درصد) و اسانس و رنگدانه طبیعی با یکدیگر مخلوط شدند. مخلوط بدست آمده به مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. pH نهایی محصول نیز توسط سیتریک اسید در محدوده ٤-۳ تنظیم گردید. در نهایت نمونه‌ها به صورت داغ درون ظرف‌های استریل شده پر و در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

نمونه‌های ژله در سه گروه تهیه شدند:

۱- نمونه فاقد ماده پری بیوتیک و گونه پروبیوتیک (نمونه شاهد).
۲- نمونه دارای گونه پروبیوتیک (با غلظت 10^{11} CFU/g).
۳- نمونه سین بیوتیک که حاوی اینولین و باسیلوس اسیدوفیلوس بود (به میزان ۱، ۲ و ۳ درصد وزنی/وزنی).

۲-۲-آزمایشات فیزیکو شیمیایی و میکروبی

۲-۲-۱-اندازه گیری pH

pH نمونه‌های تولید شده با استفاده از دستگاه pH متر (Metrohm 827 pH lab) در طی روزهای نگهداری اندازه گیری شد [٦].

۲-۲-۲-اندازه گیری میزان سینرسیس نمونه‌های ژله

برای اندازه گیری میزان سینرسیس، نمونه‌های ژل به ابعاد ۳۰ در ۸۰ میلیمتر برش داده شد و در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد، درون پایت‌های شیشه‌ای، در طی دوره نگهداری، سردخانه گذاری گردید. در طی این مدت آب خارج شده شده از نمونه‌ها توسط دستمال جاذب رطوبت حذف و اختلاف وزن اولیه و نهایی نمونه و با استفاده از فرمول زیر به عنوان سینرسیس آن گزارش شد [۸].

$$Synersis\% = \frac{(w_0 - w_t)}{w_t} \times 100$$

که در آن W0 وزن اولیه و Wt وزن نهایی نمونه در زمان مورد نظر می‌باشد.

۲-۲-۳-اندازه گیری میزان کدورت نمونه‌ها

کدورت نمونه‌های ژله توسط دستگاه کدورت سنج (Aqua Lytic, Model: AL450T) اندازه‌گیری شد [٦].

۲-۲-٤-اندازه گیری بریکس

بریکس نمونه ها نیز توسط دستگاه رفروکتومتر اندازه گیری گردید [۷].

۲-۲-۵-تعیین فعالیت زنده مانی گونه پروبیوتیک:

برای شمارش باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس پس از تهیه رقت از نمونه‌ها، در محیط کشت MRS آگار کشت داده شد و به مدت ٤۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری و سپس شمارش شد [۹].کشت میکروبی و بررسی قابلیت زیستی باکتری پروبیوتیک، با نمونه برداری از نمونه های ژله تهیه شده، به صورت هفتگی در دو تکرار انجام گرفت.

۲-۲-٦-ارزیابی خصوصیات بافتی نمونه‌های ژل

بافت نمونه های ژل توسط دستگاه بافت سنج (Stable Micro system, Model: TA XT-Plus) و به وسیله آزمون TPA مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمون خواص بافتی نمونه‌ها از جمله سختی، چسبندگی، قابلیت جویدن و فنریت اندازه گیری شد. برای این منظور از پروب استوانه‌ای با قطر ۷۵ میلی‌متر، سرعت حرکت ۱ میلی‌متر بر ثانیه و درصد فشرگی ۷۰ درصد استفاده شد [۷].

۲-۲-۷- ارزیابی حسی و ارگانولپتیک نمونه ها

این آزمون به روش هدونیک پنج نقطه‌ای (امتیازی) توسط پانزده نفر از ارزیابان حسی انجام شد. به هر یک از ارزیابان نمونه های با کد متفاوت داده شد و فاکتورهای مزه، بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی در مورد نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت [۷].

۲-۲-۸-تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات جمع آوری شده به صورت طرح کامل تصادفی در ۳ تکرار با استفاده از نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

۳-نتایج

۳-۱-بررسی تغییرات pH نمونه‌های ژل

با توجه به آنالیز واریانس صورت گرفته بر روی مقادیر pH نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک، مشخص گردید که تغییرات اعمال شده، باعث ایجاد تغییرات معنی دار در مقادیر pH نمونه‌ها گردید ($p<0.05$). بدین صورت که با تغییر مقدار درصد اینولین، باکتری پروبیوتیک و زمان نگهداری ژله سیب، مقدار pH نمونه‌ها به صورت معنی داری تغییر نمود.

Table 3-1-Analysis Variance of pH values of Samples of synbiotic apple jelly

Dependent Variable:pH					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.425[a]	23	.018	328.377	.000
Intercept	1168.620	1	1168.620	2.078E7	.000
Inulin	.316	3	.105	1.874E3	.000
Probiotic	.010	1	.010	174.222	.000
StorageTime	.094	2	.047	833.167	.000
Inulin * Probiotic	.003	3	.001	15.556	.000
Inulin * StorageTime	.001	6	.000	3.537	.006
Probiotic * StorageTime	.001	2	.000	5.056	.010
Inulin * Probiotic * StorageTime	.001	6	.000	1.944	.093
Error	.003	48	5.625E-5		
Total	1169.047	72			
Corrected Total	.428	71			

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .991)

تغییرات مقدار pH نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک در برابر تغییرات مقادیر درصد اینولین در شکل ۳-۱، نشان داده شده است. در این شکل می‌توان مشاهده نمود با افزایش درصد اینولین در نمونه‌های ژله سین بیوتیک، مقدار pH نمونه‌ها نیز افزایش معنی داری داشت ($p<0.05$).

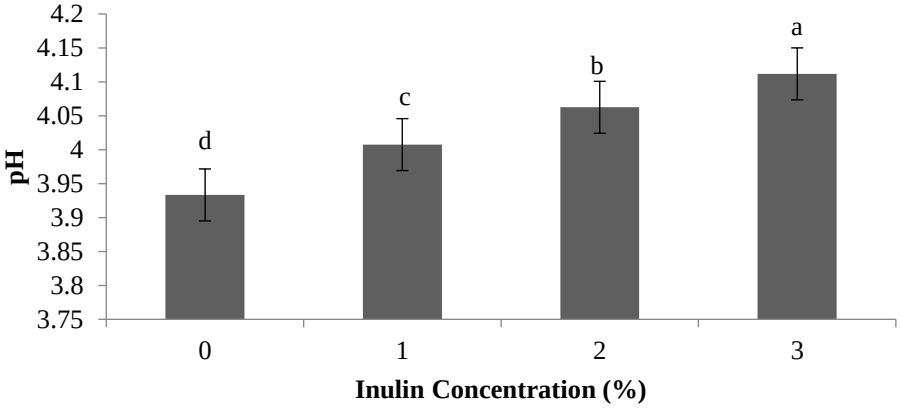

Fig. 3-1. Changes in the pH value of gel samples with changes in the percentage of inulin

تغییرات pH نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک در برابر مقدار باکتری پروبیوتیک در شکل ۳-۲، نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن بود که با افزودن مقدار $۱۰^{۸}$CFU/ml باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به نمونه‌های ژله سیب، pH نمونه‌ها تغییرات معنی داری نداشت ($p>0.05$). هر چند که با افزودن باکتری پروبیوتیک به نمونه‌های ژله، افت مقدار pH به اندازه ۰/۰۳ واحد بود.

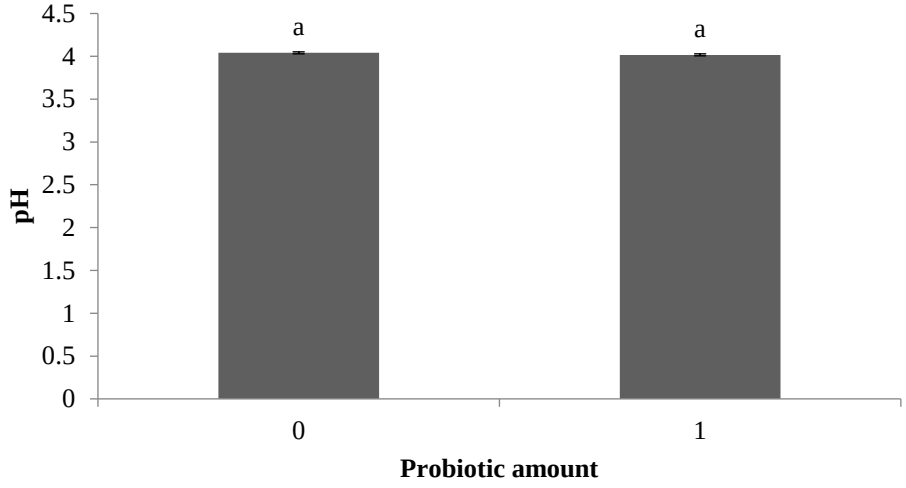

Fig.3-2. The viability of Lactobacillus acidophilus with pH changes

نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک تولید شده حاوی ماده پری بیوتیک اینولین و باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، در طی دوره نگهداری ۳۰ روزه مورد ارزیابی pH قرار گرفتند. با توجه به شکل ۳-۳، می‌توان بیان نمود که با افزایش زمان نگهداری، مقدار pH نمونه‌های سیب نیز کاهش معنی‌داری داشت ($p<0.05$).

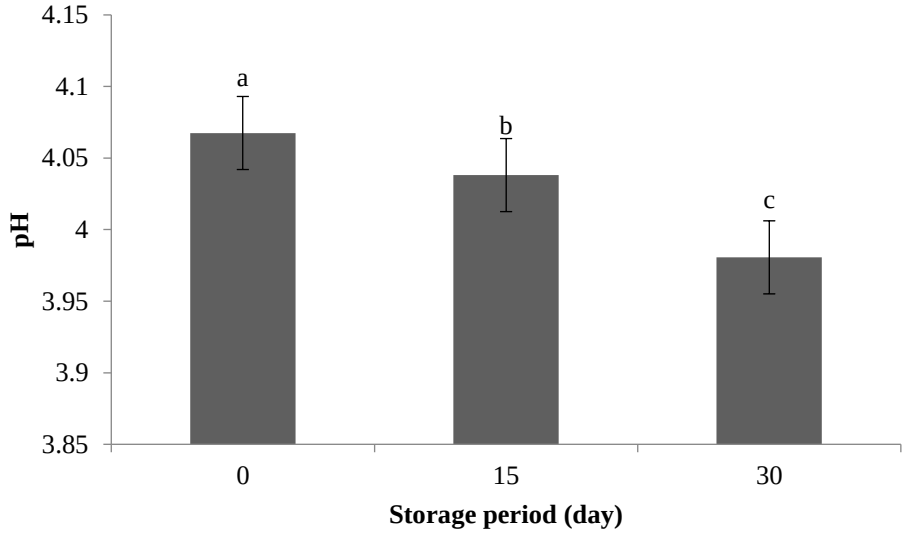

Fig. 3-3. Changes in the pH value of gel samples during the storage period

۳-۲-بررسی تغییرات بریکس نمونه‌های ژل

آنالیز آماری صورت گرفته بر روی داده‌های بریکس نمونه‌ای ژله سین بیوتیک حاکی از آن بود که اعمال متغیرهای زمان

ماندگاری، تغییر درصد اینولین و افزودن سویه پروبیوتیک به نمونه‌های ژله سیب، باعث ایجاد تغییرات معنی دار $p<0.05$در مقادیر بریکس نمونه‌ها شده است که این تغییرات در سطح احتمال ۹۵ درصد مورد بررسی قرار گرفته است (جدول ۳-۲).

Table 3-2. Analysis Variance of Brix values of synbiotic apple jelly samples

Dependent Variable:Brix					
Source	**Type III Sum of Squares**	**df**	**Mean Square**	**F**	**Sig.**
Corrected Model	493.991[a]	23	21.478	1.093E5	.000
Intercept	43000.054	1	43000.054	2.189E8	.000
Inulin	395.557	3	131.852	6.711E5	.000
Probiotic	33.397	1	33.397	1.700E5	.000
StorageTime	32.344	2	16.172	8.231E4	.000
Inulin * Probiotic	.125	3	.042	211.936	.000
Inulin * StorageTime	.005	6	.001	4.110	.002
Probiotic * StorageTime	32.562	2	16.281	8.287E4	.000
Inulin * Probiotic * StorageTime	.002	6	.000	1.785	.122
Error	.009	48	.000		
Total	43494.055	72			
Corrected Total	494.001	71			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

تغییرات بریکس نمونه‌ای ژله سیب سین بیوتیک در برابر تغییرات درصد اینولین در شکل ۳-٤، نمایش داد شده است. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش مقدار اینولین، بریکس نمونه‌ها نیز افزایش یافته است که این افزایش در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار بود ($p<0.05$) (شکل ۳-٤).

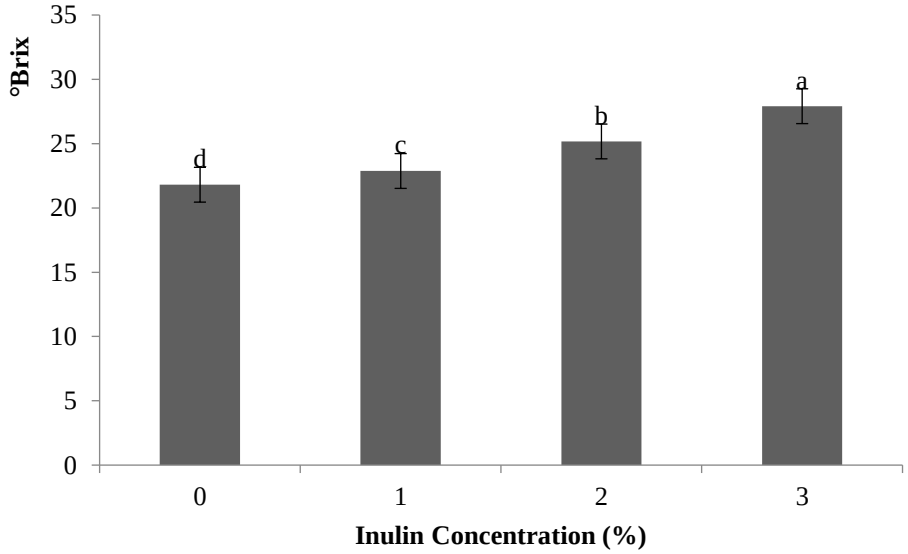

Fig.3-4. Changes in Brix value of gel samples with changes in inulin percentage

با توجه به شکل ۳-۵ و آنالیز آماری صورت گرفته می‌توان بیان نمود که افزودن سویه پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به مقدار 10^{11} cfu/ml به نمونه‌های ژله سیب، باعث کاهش بریکس آن‌ها شده است. کاهش بریکس نمونه‌های ژله سیب با افزودن سویه پروبیوتیک در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار بود ($p<0.05$) (شکل ۳-۵).

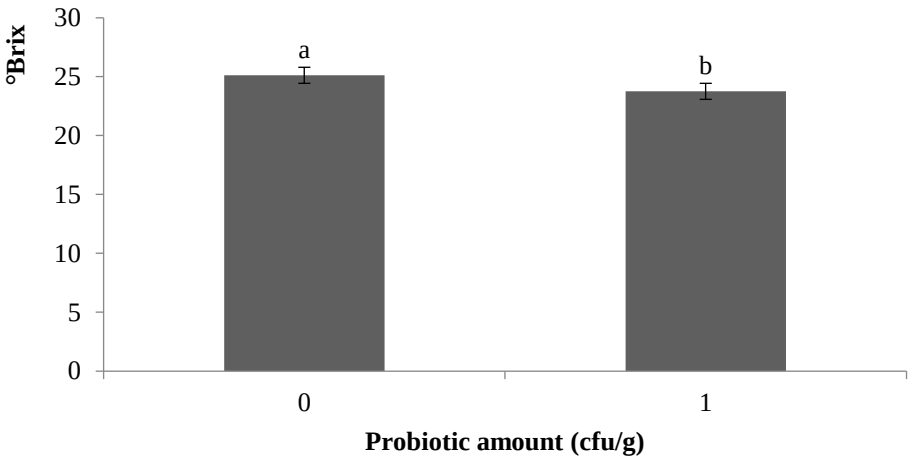

Fig. 3-5. Interaction between Brix value of gel samples and Lactobacillus acidophilus bacteria

تغییرات بریکس نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک در طی دوره نگهداری ۳۰ روزه مورد بررسی قرار گرفت. همانطور که در شکل (۳-٦) نشان داده شده است، با افزایش زمان نگهداری از روز صفر تا روز ۱۵ و پس از آن از روز ۱۵ تا روز ۳۰، بریکس نمونه‌های ژله سیب همواره کاهش یافت. این کاهش به صورت معنی داری اتفاق افتاد و کمترین آن در روز ۳۰ ام از تولید محصول مشاهده گردید ($p<0.05$).

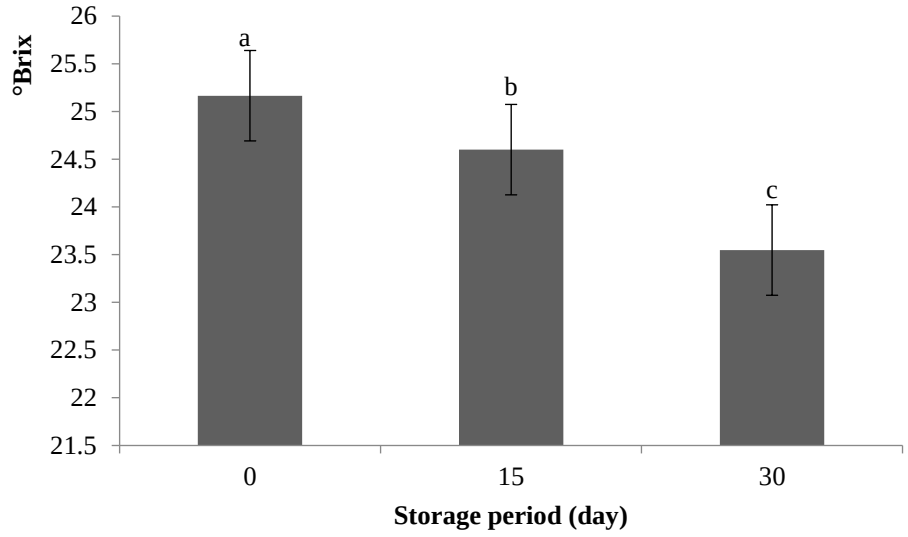

Fig.3-6. Changes in Brix value of gel samples during the storage period

منجر به تغییرات معنی داری در نتایج کدورت نمونه‌های ژله سین بیوتیک شده است ($p<0.05$).

۳-۳-بررسی تغییرات کدورت نمونه‌های ژل

جدول آنالیز واریانس نتایج کدورت نمونه‌های ژله سین بیوتیک حاوی اینولین و باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در جدول ۳-۳،ارائه شده است. در جدول ۳-۳، تاثیر زمان ماندگاری نمونه‌های ژله به همراه اثرات متقابل دوگانه و سه گانه تمامی پارامترهای مورد مطالعه ارائه شده است. نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن است که پارامترهای مورد مطالعه

Table 3-3. Analysis Variance of Turbidity values of synbiotic apple jelly samples

Dependent Variable:Turbidity					
Source	**Type III Sum of Squares**	**df**	**Mean Square**	**F**	**Sig.**
Corrected Model	4001.704[a]	23	173.987	1.711E5	.000
Intercept	13162.531	1	13162.531	1.295E7	.000
Inulin	3863.079	3	1287.693	1.267E6	.000
Probiotic	.146	1	.146	143.410	.000
StorageTime	138.384	2	69.192	6.806E4	.000
Inulin * Probiotic	.084	3	.028	27.451	.000
Inulin * StorageTime	.002	6	.000	.276	.946
Probiotic * StorageTime	.003	2	.001	1.392	.258
Inulin * Probiotic * StorageTime	.007	6	.001	1.192	.327
Error	.049	48	.001		
Total	17164.284	72			
Corrected Total	4001.753	71			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

در شکل ۳-۷، تغییرات مقدار کدورت در برابر تغییرات درصد اینولین نشان داده شده است. مقادیر کدورت از حداقل ۵/۵٤ NTU که به نمونه شاهد مربوط بود تا حداکثر NTU ۲۵/۱٤ که به نمونه حاوی ۳ درصد اینولین مربوط بود تغییر نمود. با توجه به شکل ۹، با افزایش مقدار اینولین، کدورت نمونه‌ها نیز به صورت معنی داری افزایش یافت ($p<0.05$).

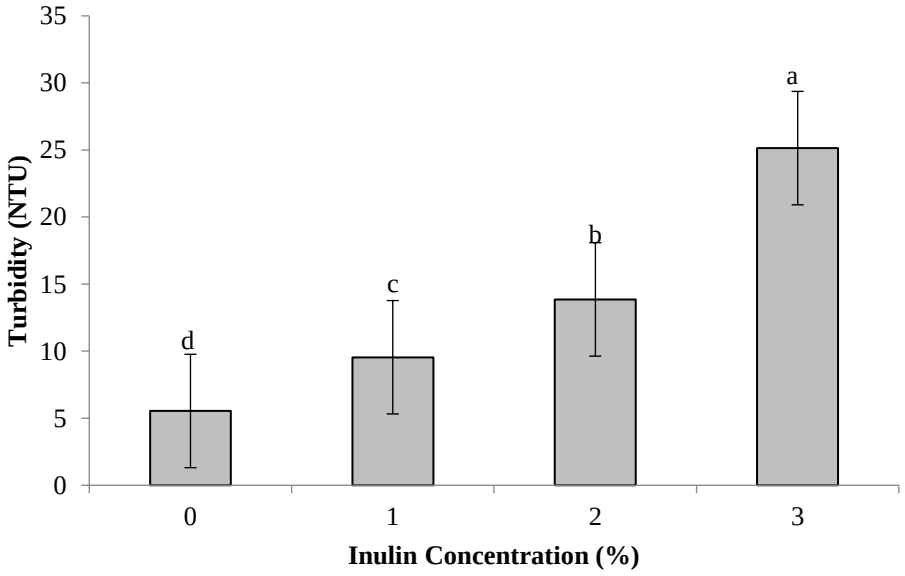

Fig.3-7. Changes in Turbidity value of gel samples with different percentage of Inulin

با توجه به شکل ۳-۸، افزودن باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، تغییرات معنی داری در مقدار کدورت نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک نداشته است($p>0.05$). هر چند که با افزودن باکتری پروبیوتیک، کدورت نمونه‌های ژله به صورت جزئی افزایش یافت.

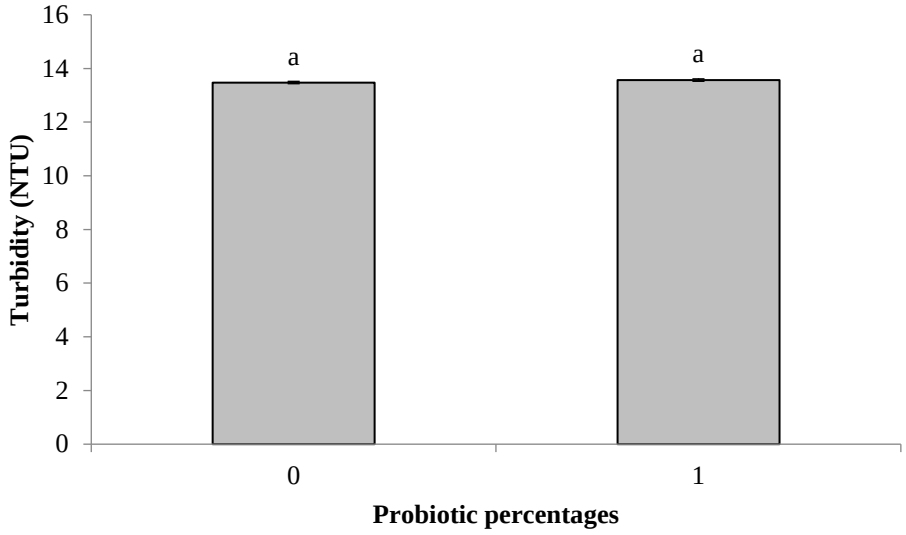

Fig.3-8. Changes in Turbidity value of gel samples with different percentage of probiotic

در طی دوره نگهداری ۳۰ روزه و در فواصل زمانی ۱۵ روزه، کدورت نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که با افزایش زمان ماندگاری ژله از زمان صفر تا روز سی‌ام، کدورت نمونه‌های ژله همواره افزایش یافت. با این توضیح که افزایش کدورت در طی پانزده روز اول معنی دار نبود ($p>0.05$) اما با گذشت زمان تا سی روز، شاهد افزایش معنی دار مقادیر کدورت بودیم ($p<0.05$) (شکل ۳-۹).

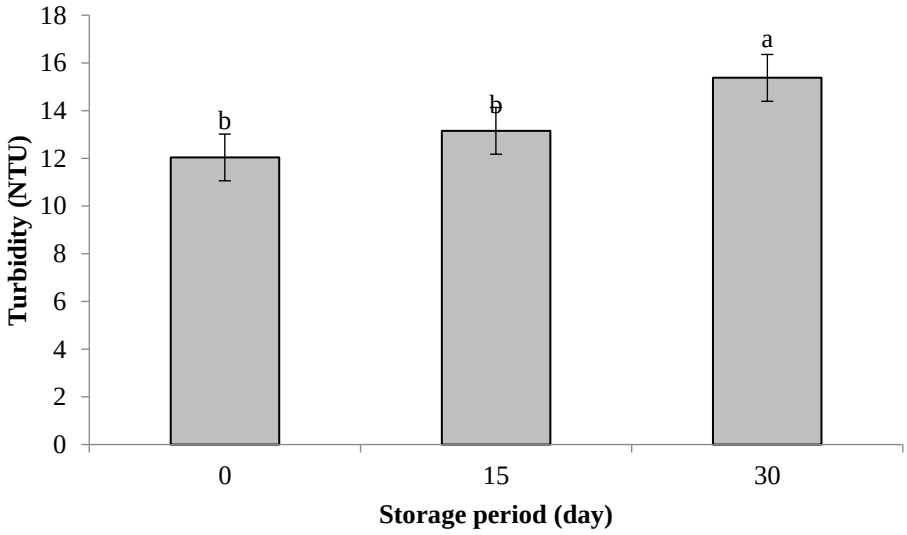

Fig. 3-9. Changes in turbidity value of gel samples during the storage period

۳-٤-بررسی تغییرات سینرسیس نمونه‌های ژل

در جدول ۳-٤، آنالیز واریانس مقادیر سینرسیس نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک حاوی اینولین و باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس ارائه شد است. نتایج حاکی از آن است که افزودن اینولین و باکتری پروبیوتیک به نمونه‌های ژله سیب، باعث تغییرات معنی دار در مقدار سینرسیس نمونه‌های ژله شد ($p<0.05$) (جدول ۳-٤).

Table 3-4. Variance analysis table of syneresis values of synbiotic apple jelly samples

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1016.454[a]	23	44.194	3.924E3	.000
Intercept	1785.315	1	1785.315	1.585E5	.000
Inulin	24.418	3	8.139	722.757	.000
Probiotic	.050	1	.050	4.399	.041
StorageTime	980.178	2	490.089	4.352E4	.000
Inulin * Probiotic	.003	3	.001	.090	.965
Inulin * StorageTime	11.696	6	1.949	173.104	.000
Probiotic * StorageTime	.076	2	.038	3.368	.043
Inulin * Probiotic * StorageTime	.033	6	.005	.488	.814
Error	.541	48	.011		
Total	2802.309	72			
Corrected Total	1016.994	71			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .999)

سینرسیس نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک با افزودن اینولین از صفر تا ۳ درصد مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به شکل ۳-۱۰ می توان بیان نمود که با افزایش درصد انولین، سینرسیس نمونه‌های ژله به صورت معنی داری کاهش یافت ($p<0.05$). بیشترین مقدار سینرسیس به نمونه شاهد که فاقد اینولین بود مربوط بود و کمترین مقدار سینرسیس در نمونه حاوی ۳ درصد اینولین مشاهده شد (شکل ۳-۱۰).

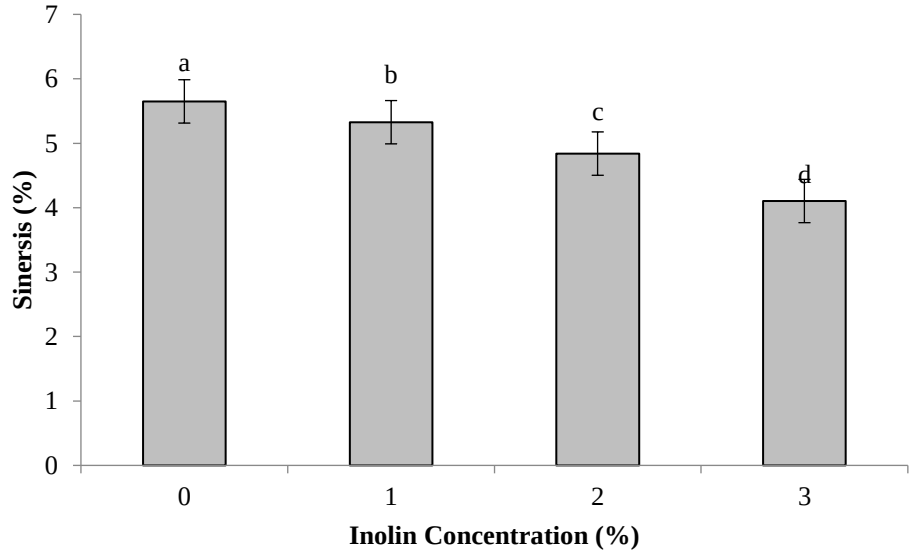

Fig. 3-10. Changes in the amount of syneresis of gel samples against changes in the percentage of inulin

شکل ۳-۱۱، نشان می‌دهد که سینرسیس نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک در حضور و عدم حضور باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به چه صورتی تغییر نموده است. با توجه به نتایج، افزودن باکتری پروبیوتیک منجر به افزایش معنی دار سینرسیس نمونه‌ها گردید ($p<0.05$).

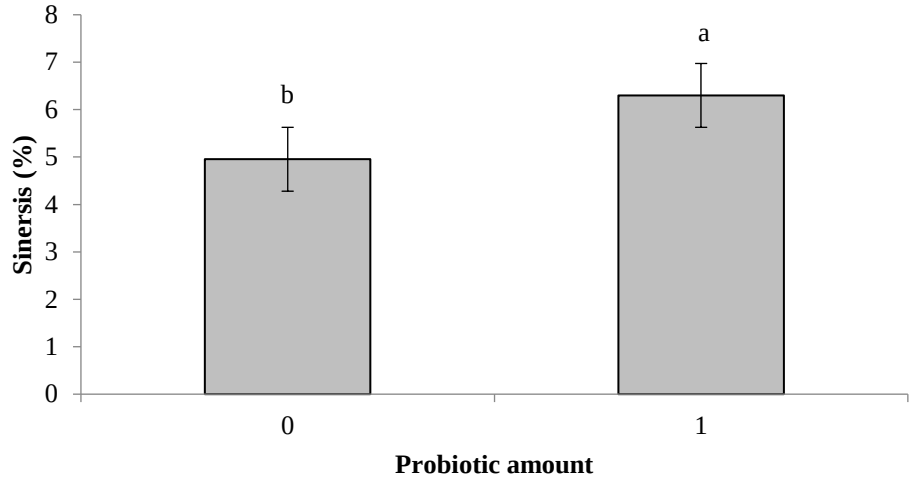

Fig. 3-11. Changes in syneresis value of gel samples against Lactobacillus acidophilus bacteria

سینرسیس نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک در لحظه تولید، ۱۵ روز پس از آن و در سی‌ام پس از تولید اندازه‌گیری و مورد بررسی قرار گرفت. کمترین مقدار سینرسیس در روز صفر و چند ساعت پس از تولید و قالب گیری نمونه‌ها مشاهده شد. با افزایش زمان ماندگاری، سینرسیس افزایش یافت به گونه‌ای که بیشترین مقدار سینرسیس به نمونه نگهداری شده پس از سی روز مربوط بود (شکل ۳-۱۲).

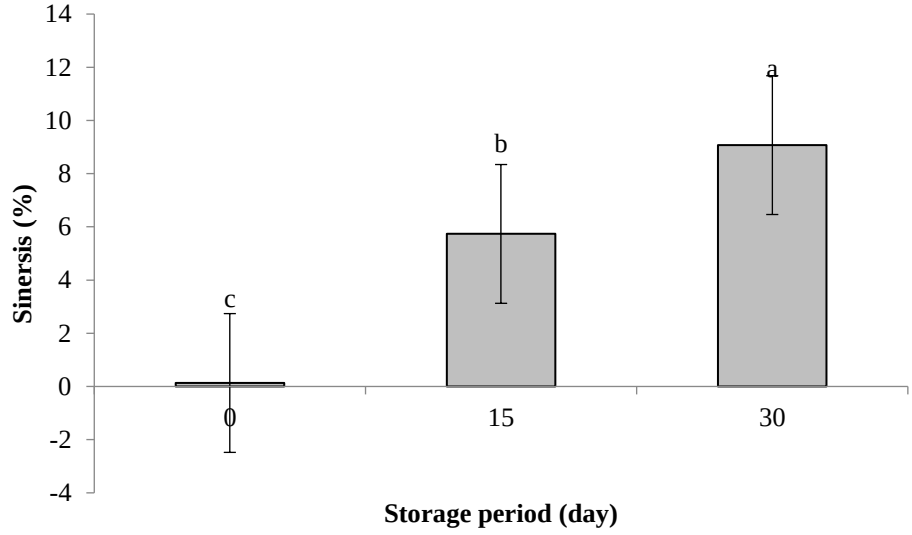

Fig.3-12. Changes in syneresis value of gel samples during the storage period

۳-۵-تعیین شرایط بهینه تولید ژله سیب سین بیوتیک

نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکوشیمیایی انجام شده بر روی ژله سیب سین بیوتیک، به منظور تعیین بهترین تیمار با حداقل pH، حداکثر بریکس، حداقل کدورت و حداکثر سینرسیس مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت تیمار حاوی ۳ درصد اینولین که حاوی مقدار 10^8 cfu/ml باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس بود به عنوان نمونه بهینه انتخاب گردید و به همراه نمونه شاهد که فاقد اینولین و باکتری پروبیوتیک بود، جهت انجام آزمون های تکمیلی شامل بافت

سنجی، بررسی خصوصیات زنده مانی و خواص اورگانولپتیک مورد بررسی قرار گرفتند.

۳-۶-بررسی خاصیت زنده مانی باکتری پروبیوتیک

با توجه به شکل ۳-۱۳، می‌توان بیان نمود که با افزایش زمان ماندگاری نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک، جمعیت باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس کاهش یافته است. همچنین می‌توان بیان نمود که نمونه ژله سیب سین بیوتیک که حاوی الیگوساکارید اینولین بوده است در هر دو زمان صفر و روز سی‌ام، دارای جمعیت بالاتری نسبت به نمونه شاهدبوده است.

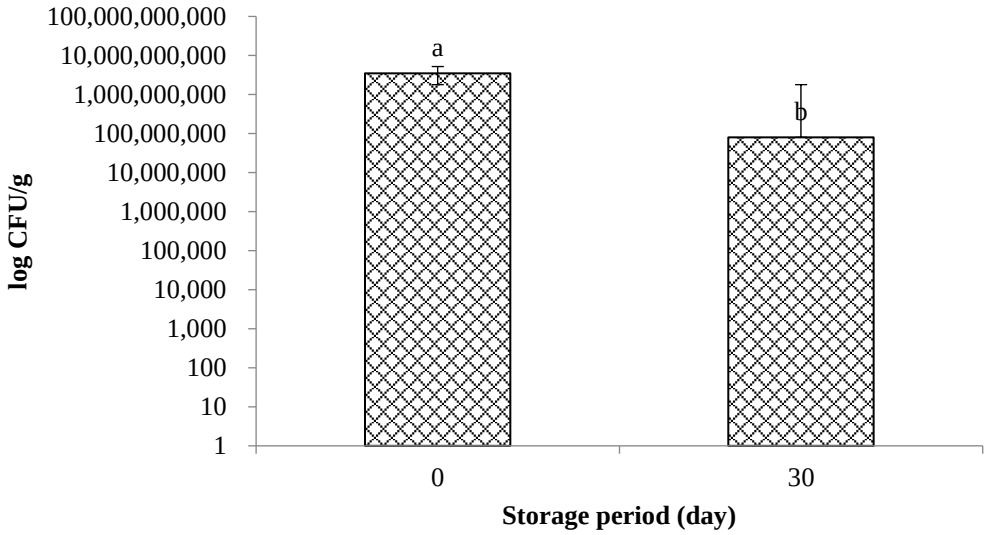

Fig.3-13. Changes in the population of Lactobacillus acidophilus bacteria in two periods of 0 and 30 days after inoculation in apple jelly samples

۳-۷-بررسی خصوصیات بافتی نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک

آزمون بررسی خصوصیات پروفایل بافتی [1] (TPA) نمونه‌های ژله سیب با استفاده از دستگاه بافت سنج صورت پذیرفت. نتایج آن در جدول ۳-۵، ارائه شده است. این نتایج شامل سختی (Hardness)، چسبندگی (Adhesivness)، انسجام بافت (Cohesivness)، فنریت (Springines) و قابلیت جویدن (Chewiness) می‌باشد که برای نمونه ژله سین بیوتیک و نمونه ژله شاهد اندازه‌گیری شده است. نتایج نشان داد که نمونه شاهد دارای سختی و چسبندگی بالاتر نسبت به نمونه سین بیوتیک بوده است. اما نمونه سین بیوتیک قابلیت جویدن بیشتری نسبت به نمونه شاهد داشت (جدول ۸).

Table 3-5. Texture characteristics of synbiotic and control apple jelly samples

Treatments	Texture characteristics				
	Hardness	Adhesivness	Cohesivness	Springines	Chewiness
Control	3783.7	-105.103	0.855	140	4530.94
Synbiotic	2200	-73.5	0.851	96.67	1810.81

۳-۸-بررسی خصوصیات ارگانولپتیک نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک

جدول ۱ آنالیز واریانس نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های ژله سیب را نشان می‌دهد. با توجه به آن می‌توان بیان نمود که نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک که حاوی باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و اینولین بودند، از نظر خواص حسی که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت، با یکدیگر تفاوت معنی داری داشتند ($p<0.05$) (جدول ۳-٦). به عبارتی با افزودن ترکیب پری بیوتیک و باکتری پروبیوتیک، خصوصیات اورگانولپتیکی نمونه‌های ژله شامل عطر، رنگ، طعم، احساس دهانی و مطلوبیت کلی نمونه‌ها دچار تغییرات معنی درای شدند.

Table 3-6- Variance analysis table of sensory evaluation results of biotic apple jelly samples

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Flavor	1.500[a]	1	1.500	4.500	.101
	Color	2.667[b]	1	2.667	8.000	.047
	Taste	2.667[c]	1	2.667	8.000	.047
	MouthFeeling	.167[d]	1	.167	.500	.519
	Desirability	2.667[c]	1	2.667	8.000	.047
Intercept	Flavor	104.167	1	104.167	312.500	.000
	Color	96.000	1	96.000	288.000	.000
	Taste	96.000	1	96.000	288.000	.000
	MouthFeeling	73.500	1	73.500	220.500	.000
	Desirability	96.000	1	96.000	288.000	.000
Treatment	Flavor	1.500	1	1.500	4.500	.101
	Color	2.667	1	2.667	8.000	.047
	Taste	2.667	1	2.667	8.000	.047
	MouthFeeling	.167	1	.167	.500	.519
	Desirability	2.667	1	2.667	8.000	.047
Error	Flavor	1.333	4	.333		
	Color	1.333	4	.333		
	Taste	1.333	4	.333		
	MouthFeeling	1.333	4	.333		

1 -Texture Profile Analysis

	Desirability	1.333	4	.333
Total	**Flavor**	107.000	6	
	Color	100.000	6	
	Taste	100.000	6	
	MouthFeeling	75.000	6	
	Desirability	100.000	6	
Corrected Total	**Flavor**	2.833	5	
	Color	4.000	5	
	Taste	4.000	5	
	MouthFeel	1.500	5	
	Desirability	4.000	5	

a. R Squared = .529 (Adjusted R Squared = .412)
b. R Squared = .667 (Adjusted R Squared = .583)
c. R Squared = .667 (Adjusted R Squared = .583)
d. R Squared = .111 (Adjusted R Squared = -.111)

شکل ۳-۱۷ تغییرات و تفاوت پارامترهای حسی نمونه‌های ژله سیب در دو نمونه سین بیوتیک و نمونه شاهد نشان می‌دهد. افزودن اینولین و باکتری پروبیوتیک باعث افزایش معنی دار امتیاز طعم نمونه سین بیوتیک نسبت به نمونه شاهد گردید ($p<0.05$) (شکلa ۳-۱۷).

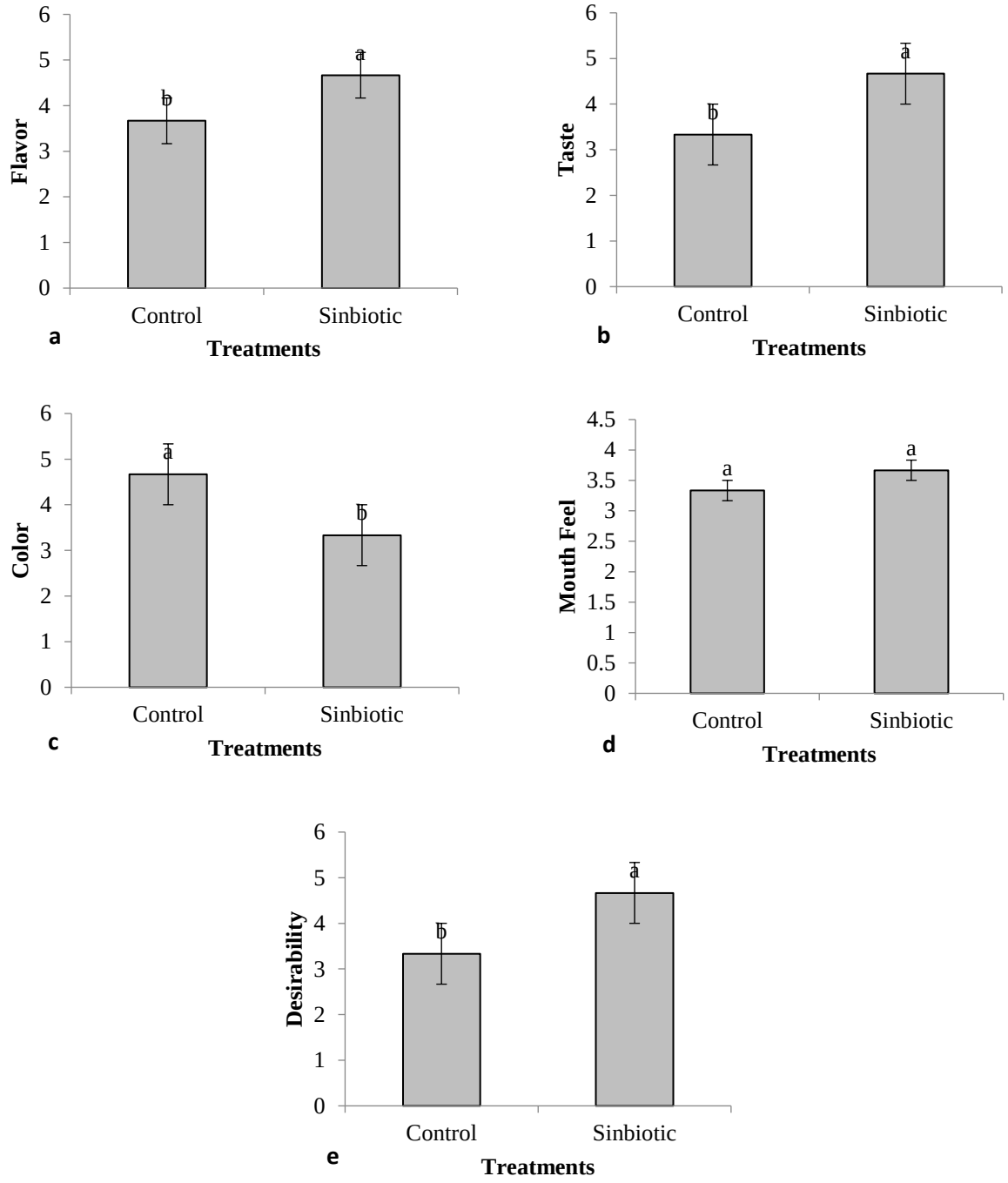

Fig. 3-17. Changes in organoleptic parameters including aroma (a), taste (b), color (c), mouthfeel (d) and overall acceptance (e)

همچنین نمونه سین بیوتیک امتیازات بالاتری در پارامترهای طعم (شکلb ۱۷-۳)، احساس دهانی (شکلd ۳-۱۷) و مطلوبیت کلی (شکلe ۱۷-۳) نسبت به نمونه شاهد دریافت نمود. این اختلاف در مورد طعم و مطلوبت کلی معنی دار ($p<0.05$) و برای احساس دهانی غیرمعنی دار بود ($p>0.05$).رنگ نمونه شاهد نسبت به نمونه سین بیوتیک امتیاز بالاتری دریافت نمود که در سطح احتمال ۹۵ درصد اختلاف معنی داری با یکدیگر داشتند ($p<0.05$) (شکل ۱٦-c).

٤- بحث و نتیجه گیری کلی

٤-١-بررسی تغییرات مقدار pH نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک

نتایج حاکی از آن بود که با افزایش مقدار اینولین، pH نمونه‌های ژله سیب به صورت معنی داری افزایش یافت ($p<0.05$) (شکل ۳). به نظر می‌رسد تاثیر عوامل آمفوتری موجود بر روی زنجیره هیدروکربنی اینولین دلیل افزایش مقدار pH نمونه‌ها بوده است. حسینی و همکاران (١٣٩٦) pH نمونه‌های ژله سیب را حدودا ۳/۷ و ژله آلبالو را ۳/۲ عنوان نمودند [۱۰].افزودن باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به نمونه‌های ژل، هر چند که موجب کاهش مقدار pH نمونه‌ها گردید اما این کاهش در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی دار نبود. به نظر می‌رسد در ابتدای امر و پس از افزودن باکتری پروبیوتیک، تاثیر چندانی در مقدار pH نمونه‌ها مشاهده نشده است اما تاثیر افزودن باکتری پروبیوتیک در طی زمان و در دوره نگهداری ژله سیب تهیه شده نمایان شده است. مطابق با شکل ۵، با افزایش زمان نگهداری نمونه‌های ژل سین بیوتیک، pH نمونه‌ها به صورت معنی داری کاهش یافت. می‌توان بیان نمود که با افزودن اینولین، فعالیت متابولیکی و زیستی سلول باکتریایی افزایش یافته و در نتیجه تولیدات سلولی آن، pH کاهش یافته است [۱۱]. کاراژیان و همکاران (١٤٠٠) بیان نمودند که با افزایش درصد اینولین به عنوان جایگزین چربی، pH نمونه‌های سین بیوتیک کاهش یافت [۱۲].

٤-٢-بررسی تغییرات مقدار بریکس نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک

بریکس نمونه‌های ژله سیب حاوی اینولین و باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در طی دوره نگهداری سی روزه و با تاثیر این دو متغیر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزودن اینولین، بریکس نمونه‌ها به صورت معنی داری افزایش یافته است به گونه‌ای که مقادیر بریکس از حداقل ۲۱/۸۰ درصد که به نمونه شاهد مربوط بود تا ۲۷/۹۱ درصد که به نمونه حاوی ۳ درصد اینولین بوده است تغییر نموده است. به عبارتی با افزایش مقدار اینولین، بریکس نمونه‌ها نیز به صورت همواره افزایش یافت. دلیل این امر نیز به تاثیر افزودن اینولین مربوط می‌باشد. از طرفی با افزودن سویه پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به نمونه‌های ژل، بریکس این نمونه‌ها کاهش یافت. کاهش بریکس با افزودن باکتری پروبیوتیک به دلیل مصرف این ماده کربوهیدراتی و در نتیجه کاهش بریکس مربوط می‌باشد. همچنین با افزایش زمان ماندگاری محصول، بریکس از ٢٥/١٦ درصد تا ۲۳/۵۵ درصد کاهش یافت. این امر به دلیل مصرف مواد قندی و اینولین موجود در فرمولاسیون ژله سیب می‌باشد که منجر به کاهش مقدار بریکس نمونه‌ها شد.حسینی و همکاران در سال ١٣٩٦ که بر روی تولید آبمیوه سین بیوتیک سیب مطالعه نمودند بیان داشتند که با افزایش زمان نگهداری، بریکس نمونه‌ها در اثر فعالیت باکتری پروبیوتیک کاهش داشته است که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت [۱۰].رجب پور نیکو و همکاران (١٣٩٩) گزارش کردند که با افزایش زمان ماندگاری نمونه‌های ژله سین بیوتیک در طی شش هفته، بریکس این نمونه‌ها از ۲۷ درصد به ۲۰/۷۵ درصد کاهش یافته است که نتایج این مطالعه با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد [۷].

٤-٣-بررسی تغییرات مقدار کدورت نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک

کدورت نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک تولید شده با استفاده از دستگاه کدورت سنج مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که با افزایش درصد مقدار اینولین از صفر تا ۳ درصد، کدورت نیز افزایش معنی داری داشت. اینولین پودر سفید رنگی است که با افزودن آن به فرمولاسیون ژله، باعث افزایش کدورت نمونه‌ها شده است.پس از افزودن باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به نمونه‌های ژله سیب، کدورت به صورت جزئی و ناچیز افزایش یافت که این افزایش معنی دار نبود ($p>0.05$). افزودن باکتری پروبیوتیک در غلظت مورد مطالعه تغییر معنی داری در مقدار کدورت نداشت.با گذشت زمان ماندگاری

نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک از صفر تا سی روز، کدورت نمونه‌ها افزایش یافت. این افزایش می‌تواند به دلیل کاهش محتوای رطوبت و همچنین تولید ترکیبات ثانویه ناشی از فعالیت میکرواورگانیسم باشد. در بررسی چشمی نمونه‌ها ژله سین بیوتیک، با گذشت زمان، حباب‌های ریزی درون بافت ژله مشاهده شد که به نظر می‌رسد ناشی از فعالیت باکتری لاکتوباسیلو.س اسیدوفیلوس باشد. Talebzedeh و همکاران در سال ۲۰۱٦ که بر روی تولید نوعی ژله پروبیوتیک با استفاده از باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس مطالعه نمودند بیان داشتند که افزودن این باکتری در هر دو فرم کپسوله شده و آزاد منجر به افزایش کدورت نمونه‌های ژله شده است. افزودن آلژینات کپسوله شده نیز منجر به افزایش کدورت نمونه‌های ژله شده بود که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت [٦]. اندازه‌گیری کدورت از این جنبه دارای اهخمیت است که به ظاهر و جلوه بصری محصول ارتباط مستقیم دارد [۱۳].

٤-٤-بررسی تغییرات مقدار سینرسیس نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک

سینرسیس نمونه‌های ژله سین بیوتیک حاوی اینولین و باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس به روش وزن سنجی مورد بررسی قرار گرفت. از اینرو هر چه سینرسیس بیشتر باشد حاکی از آن است که اختلاف وزن اولیه و وزن نهایی بیشتر بوده است و هر چه سینرسیس کمتر باشد، اختلاف وزن کمتر می‌باشد. از این رو می‌توان بیان نمود که نمونه‌های با سینرسیس کمتر، از کیفیت بالاتری برخوردار بوده اند. افزودن اینولین به نمونه‌های ژله سیب باعث شد تا این ترکیب الیگوساکاریدی آب موجود در بافت ژله را در خود جذب نموده و مانع از آب اندازی نمونه‌ها گردد. به همین خاطر با افزایش مقدار اینولین، سینرسیس کاهش یافت.از طرف دیگر افزودن باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس باعث افزایش سینرسیس نمونه‌ها گردید. دلیل این امر را می‌توان به مصرف قند و اینولین موجود در فرمولاسیون ژله نسبت داد زیرا که این ترکیبات نگهدارنده و جاذب‌های رطوبت و آب آزاد موجود در بافت ژله می‌باشند و با حذف و یا مصرف این ترکیبات توسط میکرواورگانیسم‌ها، ظرفیت نگهداری آب ژله کاهش می‌یابد. با گذشت زمان نگهداری ژله‌های تولید شده، سینرسیس آن‌ها افزایش یافت. این تغییر را می‌توان به فعالیت گونه پروبیوتیک، تولید اسید توسط آن و بر هم خوردن تعادل الکترولیتی و در نهایت کاهش ظرفیت نگهداری آب توسط بافت یکنواخت ژله ابتدایی نسبت داد.

٤-٥-بررسی خصوصیات زنده مانی نمونه ژله سیب سین بیوتیک

برای شمارش دقیق میکرواورگانیسم‌های زنده در نمونه‌های مختلف، اجماع کلی در میان محققان به رشد یک گونه باکتریایی و ایجاد کلنی را گویند. این موضوع به زمان کخ، دانشمند معروف در قرن نوزدهم بر می‌گردد. طبق این قرارداد، معمولا سلولی قابل حیات در نظر گرفته می‌شود که قابلیت تکثیر و ایجاد کلنی را داشته باشد [١٤].نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که با افزودن اینولین به فرمولاسیون نمونه‌های ژله سیب، قابلیت زنده مانی باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس افزایش یافته است. از طرفی با گذشت زمان ماندگاری نمونه‌های ژله سیب، قابلیت زنده مانی باکتری پروبیوتیک، در نمونه کاهش یافته است. این امر را می‌توان به کاهش مواد مغذی موجود در نمونه، در طی دوره نگهداری نسبت داد. از طرفی با مصرف مواد مغذی، متابولیت‌های ثانویه توسط میکرواورگانیسم تولید می‌گردد که در کنار کاهش مواد مغذی، منجر به کاهش جمعیت باکتریایی می‌گردد.میکروب ها بسته به شرایط محیطی و عوامل استرس زا در حالت‌های مختلف مراحل رشد و حالت‌های متابولیکی متفاوتی وجود دارند [۱۵و ۱٦]. ترکیبات اسیدی مختلفی از جمله اسید استیک و اسید سیتریک در اثر رشد و تکثیر باکتری‌های اسید لاکتیک تولید می‌گردد که در اثر آن‌ها pH محیط کاهش یافته و به مرور زمان شرایط برای رشد و بقا سلول از بین می‌رود. از این رو با گذشت زمان شاهد کاهش جمعیت باکتریایی در نمونه‌های ژله سیب بودیم. این نتایج با نتایج مطالعه شریفی سلطانی و همکاران (۱۳۹۵) که بر روی

تولید ماست پروبیوتیک حاوی پودر کاکائو مطالعه نمودند نیز مطابقت دارد [۹].

٤-٦-بررسی خصوصیات بافتی نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک

بافت نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک و شاهد توسط آزمون TPA و با استفاده از پروب ۷۵ میلی‌متری مورد ارزیابی قرار گرفت. این آزمون که حالتی شبیه جویدن ماده غذایی در دهان را شبیه سازی می‌نماید در دو سیکل رفت و برگشتی بر روی نمونه انجام شده و نتایج مختلفی از جمله سختی (Hardness)، چسبندگی (Adhesivness)، انسجام بافت (Cohesivness)، فنریت (Springines) و قابلیت جویدن (Chewiness) را در اختیار قرار می‌دهد. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان نمود که افزودن اینولین و سویه پروبیوتیک باعث ایجاد بافت نرم‌تر و چسبندگی کمتر در نمونه‌های ژله سین بیوتیک شده است. این امر را می‌توان به تاثیر مثبت اینولین در افزایش رشد باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس نسبت داد. زیرا که در اثر رشد این باکتری ترکیبات متابولیتی بیشتری، از جمله اسید استیک و اسید سیتریک، تولید شده و در نتیجه بافت نمونه نرم‌تر و سختی آن کمتر می‌گردد. Mirzaee و همکاران (۲۰۲۱) بیان داشتند که افزودن اسانس آویشن و روغن هسته انار به آب نبات باعث کاهش سختی و چسبندگی نمونه‌ها شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت [۱۷]. Miranda و همکاران (۲۰۲۰) که بر روی تولید ژله سین بیوتیک حاوی میوه‌های جنگلی و باکتری لاکتوباسیلوس کوآگولانز مطالعه نمودند عنوان نمودند که انسجام بافت و سفتی نمونه‌ها تغییر معنی داری با یکدیگر نداشتند [۱۸].

٤-٧-بررسی خصوصیات ارگانولپتیک نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک

خصوصیات اورگانولپتیکی نمونه‌های ژله سیب شاهد و سین بیوتیک توسط یک تیم پانزده نفره متشکل از ارزیابان آموزش دیده مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظر ارزیابان نظرات خود را در مورد پارامترهای حسی از جمله عطر، رنگ، طعم، احساس دهانی و مطلوبیت کلی در پرسش نامه‌های طراحی شده برای این منظور، تکمیل نمودند. نتایج نشان داد که نمونه‌های ژله سیب سین بیوتیک، امتیاز عطر، احساس دهانی، طعم و مطلوبیت کلی بالاتری نسبت به نمونه شاهد دریافت نموده‌اند. افزودن اینولین و مهیا شدن شرایط برای رشد و تکثیر لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، باعث تولید مواد مولد عطر و طعم در نمونه‌های ژله سین بیوتیک گردید. از اینرو این نمونه‌ها امتیاز عطر و طعم بالاتری نسبت به نمونه شاهد دریافت نمودند. همچنین نمونه ژله سین بیوتیک امتیاز بیشتری در پارامتر احساس دهانی نسبت به نمونه شاهد گرفت. دلیل این امر را می‌توان به اسیدی شدن و کاهش pH نمونه و تولید متابولیت‌های ثانویه در اثر رشد لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس نسبت داد. زیرا از طرفی این ترکیبات باعث طعم بهتر شده و از طرف دیگر مطابق با نتایج بافت سنجی، این نمونه‌ها نرمی بیشتری نسبت به نمونه شاهد داشتند. نمونه شاهد تنها در پارامتر رنگ امتیاز بیشتری از نمونه سین بیوتیک دریافت نمود که دلیل آن را می‌توان به ایجاد هاله سفید در اثر افزودن اینولین به نمونه سین بیوتیک نسبت داد.

٥-منابع

[1] Lucas, B.F., de Morais, M.G., Santos, T.D., and Costa, J.A.V. 2018. Spirulina for snack enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations. LWT-Food Science Technology, 90: 270–276.

[2] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2009). jelly products-Specifications & test method. ISIRI No. 2682.

[3] Zhu, Z., He, J., Gang Liu, G., Barba, F.J., Koubaa, M.K., Luhui Ding, L., Bals, O., Grimi, N., and Vorobiev, E. 2016. Recent insights for the green recovery of inulin from plant food materials using non-conventional extraction technologies: A review. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 23: 1-9.

[4] Zhang, J., Tan, W., Zhao, P., Mi, Y., and Guo, Z. 2022. Facile synthesis, characterization, antioxidant activity, and antibacterial activity of carboxymethyl

inulin salt derivatives. International Journal of Biological and Macromolecule, 199:138–149.
[5] Peng, C., Guoqiang Yao, G., Sun, Y., Shuai Guo, Sh., Wang, J., Mu, X., Sun, Zh., and Zhang, H. 2022. Comparative effects of the single and binary probiotics of *Lacticaseibacillus casei* Zhang and *Bifidobacterium lactis* V9 on the growth and metabolomic profiles in yogurts. Food Research International, 152: 110603.
[6] Talebzadeh, S., and Sharifan, A. 2016. Developing Probiotic Jelly Desserts with Lactobacillus Acidophilus. Journal of Food Processing and Preservation, 41 (1): 1-12.
[7] Rajabpour Nikoo, E., Mansouripour, S., and Hamedi J. 2019. Feasibility study of producing and evaluation the quality properties of probiotic and synbiotic jelly containing Bacillus coagulans. Journal of Food Microbiology, 7(2): 34-43.
[8] Chan, G., and Mooney, D.J. 2013. Ca^{2+} released from calcium alginate gels can promote inflammatory responses in vitro and in vivo. Acta Biomaterialia,9: 9281–9291.
[9] Sharifi Soltani, M., Kaim, G., and Pourahmad, R. 2016. Possibility of the production of probiotic chocolate yogurt. Journal of Food Hygiene, 6(22): 51-63.
[10] Hosseini, M., Rezazad Bari, M., and Alizadeh Khaledabad, M. 2017. Production of synbiotic juice: study on the effect pH, Brix, Formalin index and Rheological. Journal of Food Science and Technology (Iran), 14 (63): 73-81.
[11] Haissa, R.C., Flavia, C.A., Buriti, Inor.A., and Susana, M.I.S. 2008. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially synbiotic. Food Science and Technology, (41): 1037-1046.
[12] Karazhyan, R., Ehtiati, A., Nazari, Z., and Mehraban Sanghatash, M. 2021. Optimizing the formulation of functional cake with date syrup and inulin. Iranian Journal of Food Science and Technology, 18(111): 147-157.
[13] Calvo, C., and Salvador, A. 1997. Measurement of the colour and transparency of gels: Application to fruit gels. Food Hydrocolloids, 11: 443–447.
[14] Carter, K.C., 1987. Essays of Robert Koch, Greenwood, Portsmouth, NH.
[15] Volkert, M., Ananata, E., Luscher, C., and Knorr, D., 2008. Effect of air freezing, spray freezing, and pressure shift freezing on membrane integrity and viability of Labctobacillus rhamonosus GG. Journal of Food Engineering,87: 532–540.
[16] Garcia-Cayuela, T., Tabasco, R., Pelaez, C., and Requena, T., 2009. Simultaneous detection of viable lactic acid bacteria and bifidobacteria in fermented milk by using propidium monoazide and real-time PCR. International Dairy Journal, 19: 405–409.
[17] Mirzaee Moghaddam, H., and Rajaei, A. 2021. Effect of Pomegranate Seed Oil Encapsulated in Chitosan-capric Acid Nanogels Incorporating Thyme Essential Oil on Physicomechanical and Structural Properties of Jelly Candy. Journal of Agricultural Machinery, 11 (1): 55-70.
[18] Miranda, J. S., Costa, B. V., Oliveira, I. V., Lima, D. C. N., Martins, E. M. F. Júnior, B. R. C. L., Benevenuto, W.C.A.N., Queiroz, I.C., Silva, R.R., and Martins, M. L. 2020. Probiotic jelly candies enriched with native Atlantic Forest fruits and Bacillus coagulans GBI-30 6086. LWT - Food Science and Technology, 126: 1-6.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

The study of physicochemical, textural, and organoleptical properties of symbiotic apple jelly containing inulin based on carrageenan

Akram Peyimannia[1], Alireza Shahab Lavasani[2*], Nazanin Zand[3]

1- Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Varamin –Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

2- Associate Professor Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Varamin – Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

3- 3.Assistant Professor Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Varamin –Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2024/6/4

Accepted:2024/8/13

Keywords:

Date Kabkab,

edible coating,

chitosan,

gelatin,

extract,

orange peel

DOI: 10.22034/FSCT.22.159.267.

*Corresponding Author E-

shahabam20@yahoo.com

ABSTRACT

In this study, the production of synbiotic apple jelly containing inulin (0 to 3%) and Lactobacillus acidophilus bacteria (10^{11} cfu/ml) was studied. The amount of pH, brix, syneresis, turbidity, viability, textural characteristics and sensory evaluation tests were conducted. These evaluations were performed during the 30-day maintenance period. The results indicated that with the increase in the amount of inulin, pH, Brix and turbidity of the samples increased. The syneresis of apple jelly samples also decreased with the increase of inulin. Adding probiotic bacteria to apple jelly increased the syneresis of the samples. The results showed that with increasing time, the pH of apple jelly samples decreased from 4.07 to 3.98. The turbidity of the samples also increased significantly during the storage period. The most changes in the 30-day storage period were related to the syneresis tests, which increased the syneresis of the samples as the storage time increased. Synbiotic apple jelly samples had a softer texture than the control sample. The synbiotic apple jelly sample had better chewability than the control sample. *Lactobacillus acidophilus* had a higher viability in the sample containing inulin, which decreased with increasing time.