

مطالعه روند تغییرات فیزیکو شیمیایی و حسی ماست پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس پلانناروم (PTCC = ۱۰۵۸) آزاد و ریزپوشانی شده در طول زمان نگهداری

یحیی شفییعی^{*۱}

استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱/۱۷

چکیده

نمونه های ماست پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس پلانناروم آزاد (F) و ریزپوشانی شده (M) به روش صنعتی تولید گردید و با ماست شاهد (C) مقایسه شد. برای ریزپوشانی از تکنیک امولسیون سازی و مخلوطی از ژل آلژینات و نشاسته مقاوم استفاده گردید. نمونه های ماست هر هفته و به مدت ۸ هفته از نظر ویژگی های فیزیکو شیمیایی و حسی مطابق با روش های استاندارد مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج از ۳ بار تکرار حاصل گردید و برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS استفاده گردید. بعد از ۸ هفته ذخیره سازی در دمای ۴°C، درصد چربی و پروتئین، آب اندازی و pH در هر سه نوع نمونه ماست بطور معنی داری کاهش یافته بود ($p < 0/05$). درصد اسیدیته نمونه های M و F بطور معنی داری کمتر از C بود. درصد مواد خشک کل نمونه های M و F بطور معنی داری افزایش یافته بود ($p < 0/05$). فاکتور رنگ و مزه نمونه های M بطور غیر معنی داری بهتر شده بود ($p > 0/05$). بافت و قوام در نمونه های M و C افت کرده بود که این افت در خصوص نمونه های C معنی دار بود ($p < 0/05$). نمره پذیرش کلی در نمونه های ماست C افت داشت، درحالیکه در نمونه های ماست پروبیوتیک M و F بطور غیر معنی داری بهتر شده بود ($p > 0/05$). نتیجه گرفته شد که می توان ماست پروبیوتیکی حاوی لاکتوباسیلوس پلاننارومی با ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی قابل مقایسه با ماست معمولی تولید نمود.

واژه های کلیدی: ماست پروبیوتیک، ویژگی های فیزیکو شیمیایی و حسی، ریزپوشانی، لاکتوباسیلوس پلانناروم

۱- مقدمه

بررسی ویژگی های فیزیکی شیمیایی و حسی مواد غذایی از اهمیت بالایی برخوردار بوده و تولید یک فرآورده غذایی مطلوب با کیفیت بالا بدون توجه به این ویژگی ها غیرممکن می باشد. همچنین بررسی روند این تغییرات در یک محصول غذایی به ما این اجازه را می دهد تا طول عمر نگهداری محصول را تخمین بزنیم. اخیراً فرآورده های متعدد پروبیوتیکی از جمله ماست، بستنی، کفیر و پنیر پروبیوتیکی تولید گردیده و تحقیقات ارزشمند فراوانی در این خصوص صورت پذیرفته است (۲). ماست یکی از پر مصرف ترین فرآورده های تخمیری شیر است، که به دلیل ارزش تغذیه ای بالا تأثیر مثبتی در سلامتی انسان و اهمیت ویژه ای در رژیم غذایی افراد دارد. در سالهای اخیر مقدار تولید ماست بسته بندی در کشور رو به افزایش بوده است. از طرف دیگر، انواع ماست پروبیوتیک با نام های تجاری مختلف مانند یو ماس و پروماس توسط شرکت های مختلف تولید گردیده و مصرف این فرآورده ها نیز رو به افزایش می باشد (۱).

پروبیوتیک ها مکمل های میکروبی زنده ای هستند که به رژیم غذایی افزوده می شوند و با بهبود تعادل میکروفلور روده اثرات مفیدی بر روی میزبان می گذارند (۲). از جمله باکتریهای پروبیوتیک می توان به لاکتوباسیلوس پلانتاروم اشاره کرد که دارای فواید بیشماری از جمله اثر کاهش دهندگی کلسترول خون و فیبرینوژن خون، اثر آنتی پاتوژنیک در نتیجه تولید باکتریوسینی تحت عنوان پلانتاریسین، کاهش نفخ شکم در سندرم روده تحریک پذیر در انسان می باشد (۲۵). با وجود اینکه انواع مختلفی از فرآورده های لبنی بعنوان حامل های پروبیوتیک استفاده گردیده ولی با این وجود ماست و شیرهای تخمیری جزو حامل های اصلی پروبیوتیک محسوب می گردند (۱۰، ۲۳ و ۲۴). ماست علاوه بر اینکه حاوی مواد مغذی ضروری مانند پروتئین ها، کلسیم و فسفر می باشد بعنوان یک فرآورده پروبیوتیک نیز ممکن است مطرح گردد. گفته می شود که باکتریهایی که بعنوان مایه کشت در ماست استفاده می شوند (استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی تحت گونه بولگاریکوس) خود دارای خواص پروبیوتیکی بوده از جمله باعث بهبود هضم لاکتوز شده و خاصیت تقویت کنندگی سیستم ایمنی را دارند ولی با این وجود تمامی معیارهای تعریف شده برای یک پروبیوتیک را دارا نمی باشند چون به شرایط اسیدی معده حساس

می باشند بنابراین نمی توانند در حد قابل قبول زنده مانده و به روده برسند. از اینرو در مورد اینکه این باکتریها می توانند بعنوان پروبیوتیک محسوب گردند یا خیر، تردید وجود دارد (۲۱ و ۳۳). بنابراین بمنظور تقویت خواص پروبیوتیکی ماست و تبدیل آن به یک فرآورده فراسودمند یکسری از سویه های پروبیوتیک از جمله لاکتوباسیلوس ها و بیفیدوباکتریوم ها به آن اضافه می گردد. در این مطالعه از لاکتوباسیلوس پلانتاروم بعنوان یک سویه پروبیوتیک استفاده گردید. افزودن باکتریهای پروبیوتیک ممکن است باعث تداخل با باکتریهای مایه ماست شده و خواص فیزیکی شیمیایی و حسی محصول را تغییر دهد. بنابراین ممکن است ماست پروبیوتیک از نظر این ویژگی ها با ماست معمولی متفاوت باشد. با استفاده از تکنیک ریزپوشانی باکتریهای پروبیوتیک علاوه بر اینکه بقا این باکتریها در شرایط نامساعد ماده غذایی افزایش می یابد از طرف دیگر می تواند از تداخل با باکتریهای مایه ماست جلوگیری نماید. با توجه به اینکه ریزپوشانی باعث افزایش زنده ماندن و بقاء این میکروارگانیسم ها در داخل فرآورده و در داخل دستگاه گوارشی می گردد بنابراین می توان از این تکنیک در جهت بالا بردن مقاومت پروبیوتیک ها استفاده نمود. ولی بایستی توجه داشت که ویژگی های فیزیکی شیمیایی و حسی محصول دستخوش تغییرات نامطلوب نگردد.

در تعداد زیادی از تحقیقات تأثیر ریزپوشانی بر روی بقاء لاکتوباسیلوس پلانتاروم و سایر گونه های پروبیوتیک در داخل ماست مورد بررسی قرار گرفته و در برخی از آنها خواص فیزیکی شیمیایی و حسی محصول نیز توأمان مورد مطالعه قرار گرفته است (۸، ۹، ۱۱، ۱۸، ۲۲، ۲۹). حسین و همکاران (۲۰۰۹)، نشان دادند که ماست پروبیوتیک در مقایسه با ماست معمولی pH، محتوای چربی و مواد جامد بدون چربی (SNF) بالایی دارد، درحالیکه اسیدیته و محتوای مواد جامد کل ماست پروبیوتیک نسبت به ماست معمولی پائین تر بود. از نظر ارگانولپتیکی ماست پروبیوتیک در مقایسه با ماست معمولی نمره پذیرش بالایی داشت (۱۵). دریک تحقیق حکمتاب و رید (۲۰۰۶)، که از لاکتوباسیلوس رامنوزوس GR-1 و لاکتوباسیلوس روتری RC-14 بعنوان سویه های پروبیوتیک استفاده نموده بودند، گزارش کردند که ظاهر، طعم، بافت و کیفیت کلی نمونه های ماست پروبیوتیک حاوی ۱٪ چربی مشابه

گردید. برای شمارش باکتری ها، ۱ میلی لیتر از محیط کشت MRS-براث کشت داده شده برداشته و پس از تهیه رقت های سری، در محیط کشت MRS-آگار کشت داده و در دمای °C ۳۷ به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت گرمخانه گذاری گردید. برای شمارش باکتری های داخل میکروکپسول ها، ابتدا آزاد سازی باکتری ها از میکروکپسول ها انجام پذیرفت و پس از تهیه رقت های سری، کشت و شمارش باکتری ها به روش ذکر شده صورت پذیرفت. برای این منظور، ۱ گرم از میکروکپسول ها به داخل ۹ میلی لیتر محلول بافر فسفات (۰/۱ مولار، pH=۷) اضافه گردیده و به مدت ۳۰ دقیقه با شدت ۴۰۰ rpm بهم زده شد (۲۷).

۲-۳- ریزپوشانی باکتری پروبیوتیک

در این پژوهش، ریزپوشانی باکتری های پروبیوتیک با روش امولسیون سازی و با استفاده از مخلوطی از ژل آلژینات کلسیم و نشاسته مقاوم انجام پذیرفت. ابتدا مخلوط ۲٪ وزنی-حجمی آلژینات سدیم در آب مقطر تهیه گردید و بعد از سترون شدن در دمای °C ۱۲۱ به مدت ۱۵ دقیقه، به مدت ۲۴ ساعت در یخچال بالای صفر درجه نگهداری گردید تا جذب آب در ژل بطور کامل صورت پذیرد. سپس به میزان ۲٪ وزنی-حجمی از نشاسته مقاوم که قبلاً سترون گردیده بود به آن اضافه گردید و یک مخلوط یکنواختی به نسبت مساوی از این دو ماده حاصل شد. سپس در شرایط سترون، ۱٪ حجمی-حجمی از سوسپانسیون میکروبی حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم به ترکیب ژل اضافه گردید و بطور کامل با آن مخلوط شد. یک قسمت (۲۰۰ گرم) از این مخلوط بداخل ۵ قسمت (۱ لیتر) از روغن آفتابگردان خالص حاوی ۰/۲٪ حجمی-حجمی توین ۸۰، بصورت قطره قطره اضافه گردید و با دور یکنواخت ۴۰۰ rpm به مدت ۱۵ دقیقه بهم زده شد (با استفاده از بهم زن ای کا^۳، آلمان)، تا زمانیکه مخلوط بطور کامل در داخل روغن به حالت امولسیون درآمد. سپس سوسپانسیون محلول کلرید کلسیم ۰/۱ مولار به آرامی به امولسیون اضافه گردید. در اثر تماس آلژینات با یون های کلسیم، دیواره کپسولی شکل گرفته و میکروکپسول های تشکیل شده در ته ارلن ته نشین شدند. بعد از حدود ۳۰ دقیقه میکروکپسول ها از

نمونه های ماست معمولی حاوی ۱٪ چربی بود. در صورتیکه در خصوص نمونه های ماست معمولی پرچرب نمره پذیرش بیشتر از نمونه های ماست پروبیوتیک بود (۱۴).

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر اضافه کردن لاکتوباسیلوس پلانتاروم (PTCC ۱۰۵۸) بصورت آزاد و ریزپوشانی شده با آلژینات و نشاسته مقاوم بر روی شمارش لاکتوباسیلوس پلانتاروم ویژگی های فیزیکی شیمیایی و حسی نمونه های ماست تولید شده در طول مدت زمان نگهداری بود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پلانتاروم (PTCC۱۰۵۸) بصورت سوش خالص از مؤسسه تحقیقاتی پاستور ایران و مایه کشت تجارتي ماست با عنوان یوفلکس اکسپرس^۱ (حاوی استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس) از شرکت کریستین هانسن دانمارک تهیه گردید. آلژینات سدیم از شرکت سیگمای آمریکا، نشاسته مقاوم از شرکت آکروس آمریکا، توین ۸۰ و کلرید کلسیم از شرکت مرک آلمان، روغن آفتابگردان خالص از شرکت نینای ایران و محیط های کشت MRS-براث و MRS-آگار از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

۲-۲- کشت و شمارش باکتری پروبیوتیک

برای فعال سازی سوش خالص باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم PTCC۱۰۵۸، چندین مرحله پاساژ میکروبی انجام گردید و سپس در محیط کشت MRS-براث تلقیح گردید و به مدت ۴۸ ساعت در دمای °C ۳۷ گرمخانه گذاری گردید. سپس برای جداسازی رسوب باکتریایی، ۱ میلی لیتر از محیط کشت در داخل لوله های پلاستیک ۱/۵ میلی لیتری سترون ریخته شد و با دور ۱۱۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه در دمای °C ۴ سانتریفیوژ گردید (با استفاده از سانتریفیوژ دور بالای سنتوریون^۲، انگلستان). مایع رویی بیرون ریخته شد و رسوب باکتریایی چندین بار با سرم فیزیولوژی سترون شستشو گردید و دوباره سانتریفیوژ گردید. در نهایت سوسپانسیون میکروبی حاوی تعداد مشخصی از باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پلانتاروم تهیه گردید و بصورت آزاد و ریزپوشانی شده به نمونه های ماست اضافه

^۱ YoFlex® Express

^۲ Centurion

فاز آبی جمع آوری گردید و به مدت ۱۲ ساعت در دمای 4°C نگهداری شدند تا بطور کامل سفت گردند (۹).

نمونه های ماست نگهداری شده در دمای 4°C از نظر شمارش لاکتوباسیلوس پلانتاروم آزاد و ریزپوشانی شده و خواص فیزیکی شیمیایی و حسی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۳-۱-۲- بررسی مورفولوژی میکروکپسول ها

اندازه و شکل میکروکپسول های حاصل و طرز قرارگیری باکتریها درون میکروکپسول ها بوسیله میکروسکوپ نوری (الیمپوس^۱، ژاپن) مجهز به دوربین (های پیک^۲، چین) مورد بررسی قرار گرفت. برای رنگ آمیزی دانک ها از لوگول استفاده گردید و وجود یا عدم وجود سلول های باکتریایی، تعداد و زنده مانی آنها در داخل میکروکپسول ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

۴-۲- تهیه نمونه های ماست

در این تحقیق سه نوع نمونه ماست تولید گردید و خواص فیزیکی شیمیایی و حسی آنها مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت.:

(الف) نمونه ماست معمولی بعنوان شاهد (C)

(ب) نمونه ماست پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم آزاد (F)

(ج) نمونه ماست پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم ریزپوشانی شده (M)

تهیه نمونه های ماست در کارخانه شیر پگاه تبریز و مطابق با روش پیشنهادی توسط تمیم و رایبسون انجام شد (۳۱). ابتدا شیر در دمای 95°C به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه حرارت داده شد. سپس دمای آن تا $43-42^{\circ}\text{C}$ پائین آورده شد و به میزان $2\% \text{ w/w}$ از مایه کشت تجارتي آماده سازی شده به آن تلقیح گردید. سپس شیر تلقیح شده در ظرف های پلی اتیلنی ۱۰۰ گرمی پر شده و در دمای $43-42^{\circ}\text{C}$ به مدت ۳ تا ۴ ساعت گرمخانه گذاری گردیدند و سپس از انکوباتور خارج گردیده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای 4°C قرار داده شدند. برای تهیه نمونه های ماست پروبیوتیک قبل از پر کردن شیر تلقیح شده، به میزان ۱ میلی لیتر از سوسپانسیون میکروبی حاوی $8.23 \log \text{ CFU/ml}$ از سلول های آزاد لاکتوباسیلوس پلانتاروم به داخل ظرف نمونه های ماست F و ۱ میلی لیتر از سوسپانسیون میکروکپسولی حاوی $8.64 \log \text{ CFU/ml}$ لاکتوباسیلوس پلانتاروم ریزپوشانی شده به داخل ظرف نمونه های ماست M، بصورت دستی و در شرایط استریل اضافه گردید. در هفته های اول تا هشتم بعد از تلقیح،

۵-۲- بررسی زنده مانی باکتری های آزاد و ریزپوشانی شده در ماست

۲۴ ساعت بعد از تولید و همچنین هر هفته از هفته اول تا هشتم، نمونه های ماست از نظر زنده مانی لاکتوباسیلوس پلانتاروم در دو حالت آزاد و ریزپوشانی شده مورد بررسی قرار گرفتند. برای این منظور در زمان های گفته شده از نمونه های ماست رقت های مناسب تهیه گردید و در محیط کشت MRS-آگار بصورت خطی کشت داده شدند و پس از ۷۲ ساعت گرمخانه گذاری در دمای 15°C شمارش پرگنه ها صورت گرفت. در این دما باکتری های مایه ماست توانایی رشد نداشتند، بنابراین برای کشت انتخابی لاکتوباسیلوس پلانتاروم در حضور باکتری های مایه ماست از این دما استفاده گردید. در مورد ماست حاوی باکتری ریزپوشانی شده ابتدا آزاد سازی باکتری از کپسول انجام گرفته و سپس رقت سازی و کشت انجام پذیرفت. برای این منظور ۱۰ میلی لیتر از نمونه ماست یکنواخت شده در داخل ۹۰ میلی لیتر محلول بافر فسفات استریل به مدت ۳۰ دقیقه و با شدت 400 rpm بهم زده شد. این محلول بعنوان رقت ۱- برای تهیه رقت های بعدی مورد استفاده قرار گرفت.

۶-۲- آزمون ویژگی های فیزیکی شیمیایی نمونه های ماست

۶-۲-۱- اندازه گیری اسیدیته و pH

اندازه گیری pH نمونه ها با استفاده از pH متر دیجیتالی (هوریبا^۳، ژاپن) بعد از کالیبره کردن انجام شد و میزان اسیدیته نمونه ها بر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲ مشخص گردید (۳).

۶-۲-۲- اندازه گیری رطوبت، چربی، پروتئین، لاکتوز و خاکستر ماست

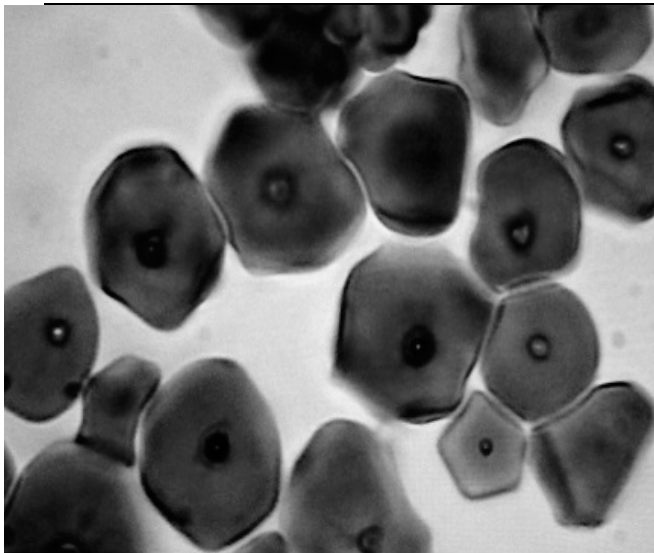
اندازه گیری این ویژگی ها به ترتیب با استفاده از روش های وزنی، ژربر، ماکروکلدال، لین-آینون و کوره الکتریکی

¹ Olympus

² Hi-peak

³ Horiba

(استوآرت^۱، انگلستان) مطابق با استاندارد مربوطه انجام پذیرفت (۴ و ۵).



شکل ۱- تصویر میکروکپسول های تولید شده در زیر میکروسکوپ نوری با درشت نمایی ۱۰۰۰ برابر بعد از رنگ آمیزی با لوگل. باکتری های ریزپوشانی شده لاکتوباسیلوس پلاتناروم در مرکز میکروکپسول ها و بصورت نواحی پر رنگ تر مشاهده می شوند

۲-۳- شمارش لاکتوباسیلوس پلاتناروم آزاد و ریزپوشانی شده در نمونه های ماست

نتایج مربوط به شمارش تعداد لاکتوباسیلوس پلاتناروم آزاد و ریزپوشانی شده در نمونه های ماست در طول ۸ هفته نگهداری در دمای ۴°C به ترتیب در جدول ۱ آورده شده است. یافته های حاصل از این تحقیق نشان داد که نمونه های ماست حاوی لاکتوباسیلوس پلاتناروم ریزپوشانی شده حتی در پایان هفته هشتم حاوی تعداد قابل قبولی از باکتری پروبیوتیک بودند، در صورتیکه در نمونه های ماست حاوی لاکتوباسیلوس پلاتناروم آزاد تعداد باکتری کمتر از حد قابل قبول بود (جدول ۱).

۳-۳- ویژگی های فیزیکی شیمیایی نمونه های ماست تولید شده در طول مدت زمان نگهداری

روند تغییرات در ویژگی های فیزیکی شیمیایی نمونه های ماست تولید شده در طول ۸ هفته نگهداری در دمای ۴°C در شکل ۲ نشان داده شده است. همچنین ویژگی های فیزیکی شیمیایی نمونه های ماست بعد از ۲۴ ساعت و ۸ هفته به ترتیب در جداول ۲ و ۳ آورده شده است.

۲-۶-۳- آزمون آب اندازی ماست

میزان آب اندازی نمونه های ماست با برگرداندن یک نمونه ۱۰۰ گرمی روی یک الک از جنس استیل ضد زنگ با مش ۴۰ و اندازه گیری درصد آب خارج شده از نمونه در مدت یک ساعت در دمای ۱۰°C تعیین گردید (۷ و ۱۹).

۲-۷- ارزیابی حسی نمونه های ماست

ارزیابی حسی نمونه های ماست توسط ۳۰ نفر داور بصورت تست چشایی انجام پذیرفت. نمونه های ماست توسط این داوران و با استفاده از آزمون هدونیک^۲ پنج امتیازی، از نظر خصوصیات ارگانولپتیکی (طعم، مزه، بافت، رنگ و پذیرش کلی) مورد ارزیابی قرار گرفتند (۳۴).

۲-۸- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده ها بوسیله نرم افزار آماری (version 20) SPSS و با استفاده از روش های آماری تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) و آزمون تعقیبی (Scheffe) انجام پذیرفت (۲۸). برای مقایسه میانگین های یک گروه در زمان های مختلف از آزمون تی جفتی (Paired T-Test) استفاده گردید. میانگین ها و خطای معیارها بر اساس داده های حاصل از ۳ بار تکرار محاسبه گردید. سطح معنی دار بودن تفاوت میانگین ها، < 0.05 بود.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- مورفولوژی میکروکپسول ها

مورفولوژی دانک ها در زیر میکروسکوپ نوری نیز در شکل ۱ نشان داده شده است. شکل دانک ها عموماً "کروی بود و اندازه متوسط آنها با استفاده از عدسی چشمی مدرج $19/87 \pm 1/49$ میکرومتر بدست آمد. همچنین نتایج کشت و شمارش میکروبی نشان داد که دانک های تهیه شده حاوی $1/7 \times 10^9$ CFU/g سلول زنده باکتری لاکتوباسیلوس پلاتناروم بودند.

¹ Stuart

² Hedonic Test

جدول ۱- شمارش لاکتوباسیلوس پلانتاروم آزاد و ریزپوشانی شده در نمونه های ماست پروبیوتیک در طول ۸ هفته نگهداری در دمای ۴ °C

شمارش لاکتوباسیلوس پلانتاروم (log cfu/ml)							
نمونه ماست	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هشتم
F (آزاد)	۸/۲۳	۷/۶۳	۷/۴۴	۷/۰۷	۶/۷۷	۶/۲	۵/۴۳
M (ریزپوشانی شده)	۸/۶۴	۸/۳	۸/۱۷	۸/۱۱	۸/۰۲	۷/۷۵	۷/۵۱

جدول ۲- ویژگی های فیزیکی شیمیایی نمونه های ماست پروبیوتیک و شاهد، بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در دمای ۴ °C

نمونه های ماست			آزمایش
C	F	M	
۳۹/۹۶ ± ۲/۰ ^{ab}	۳۶/۶۹ ± ۱/۳ ^b	۴۳/۸۰ ± ۳/۰ ^a	آب اندازی (%)
۸۸/۵ ± ۰/۲ ^b	۸۹/۳۳ ± ۰/۲ ^a	۸۹/۱۶ ± ۰/۲ ^{ab}	رطوبت (%)
۱۱/۵ ± ۰/۲ ^b	۱۰/۶۶ ± ۰/۲ ^a	۱۰/۸۳ ± ۰/۲ ^{ab}	T.S (%)
۹/۱ ± ۰/۲ ^b	۸/۲ ± ۱/۰ ^a	۸/۵ ± ۰/۳ ^{ab}	S.N.F (%)
۲/۴۰ ± ۰/۰ ^a	۲/۴۶ ± ۲/۰ ^a	۲/۳۳ ± ۰/۱ ^a	چربی (%)
۲/۸۹ ± ۰/۲ ^a	۲/۷۸ ± ۰/۱ ^a	۲/۳۸ ± ۰/۲ ^a	پروتئین (%)
۰/۲۵ ± ۰/۰ ^a	۰/۳۶ ± ۰/۰ ^a	۰/۳۹ ± ۰/۰ ^a	لاکتوز (%)
۰/۹۶ ± ۰/۰ ^a	۰/۸۵ ± ۰/۰ ^a	۱/۰ ± ۰/۱ ^a	خاکستر (%)
۴/۴۳ ± ۰/۰ ^b	۴/۴۲ ± ۰/۰ ^b	۴/۶۱ ± ۰/۱ ^a	pH
۶۹/۳۳ ± ۶/۴ ^a	۷۳/۶۶ ± ۰/۵ ^a	۶۴/۶۶ ± ۲/۵ ^a	درجه اسیدیته (درنیک)
۰/۶۹ ± ۰/۰ ^a	۰/۷۳ ± ۰/۰ ^a	۰/۶۴ ± ۰/۰ ^a	اسیدیته (%)

a, b: بین اعداد دارای حروف غیرمشابه در یک ردیف اختلاف معنی دار وجود دارد (p < ۰/۰۵)

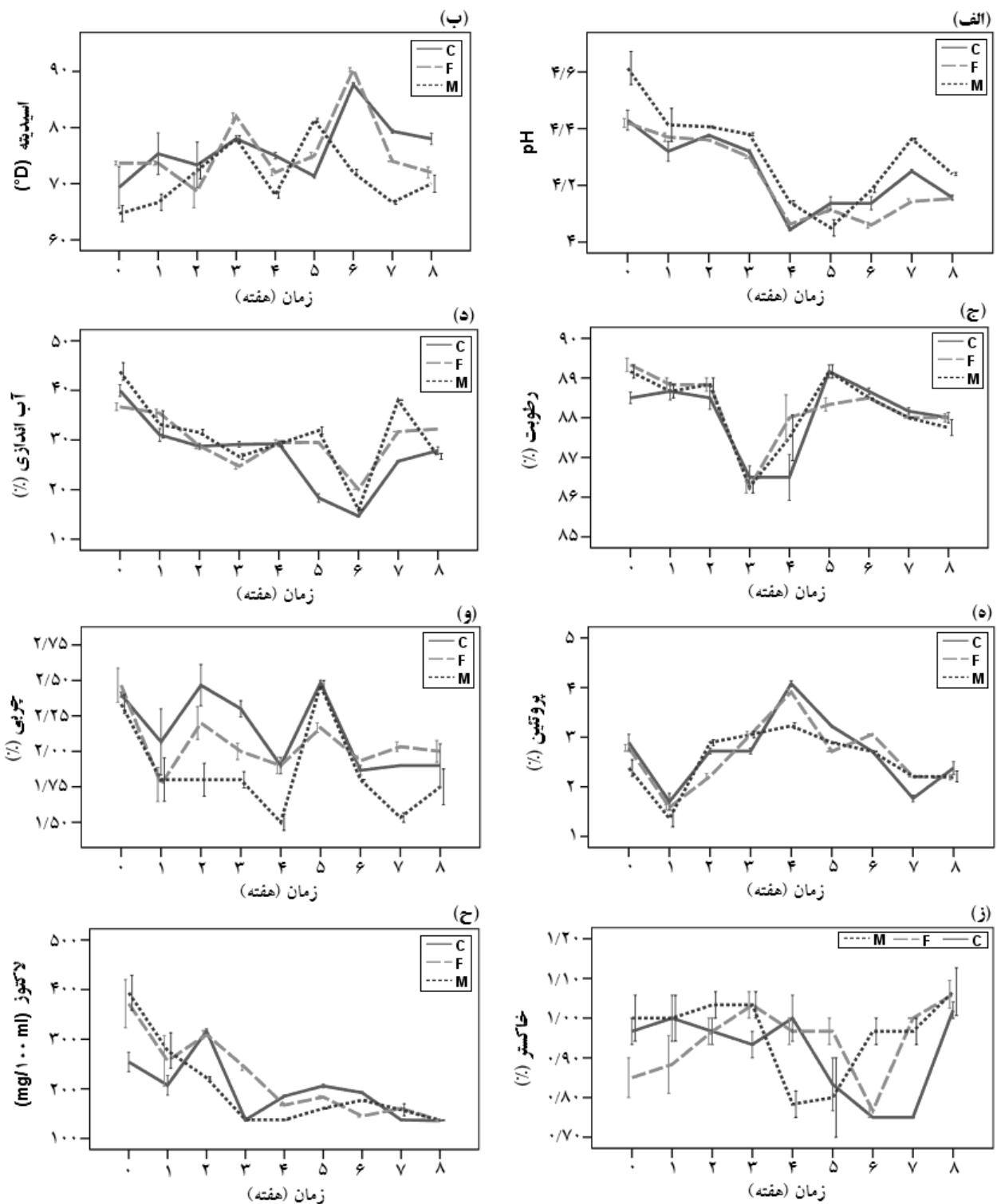
M: نمونه ماست پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم ریزپوشانی شده، F: نمونه ماست پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم آزاد، C: نمونه ماست معمولی یا شاهد. میانگین ± انحراف معیار (n=۳)

جدول ۳- ویژگی های فیزیکی شیمیایی نمونه های ماست پروبیوتیک و شاهد، بعد از ۸ هفته نگهداری در ۴ °C

نمونه های ماست			آزمایش
C	F	M	
۲۷/۸۸ ± ۱/۲ ^a	۲۰/۳۲ ± ۰/۰ ^b	۲۶/۶۳ ± ۱/۰ ^a	آب اندازی (%)
۸۸ ± ۰/۲ ^a	۸۸ ± ۰/۱ ^a	۸۷/۷۵ ± ۰/۳ ^a	رطوبت (%)
۱۲ ± ۰/۲ ^a	۱۲ ± ۰/۱ ^a	۱۲/۲۵ ± ۰/۳ ^a	T.S (%)
۱۰/۱۰ ± ۰/۳ ^a	۱۰ ± ۰/۲ ^a	۱۰/۷۵ ± ۰/۹ ^a	S.N.F (%)
۱/۹ ± ۰/۲ ^a	۲ ± ۰/۱ ^a	۱/۵ ± ۰/۶ ^a	چربی (%)
۲/۳۸ ± ۰/۲ ^a	۲/۲۱ ± ۰/۰ ^a	۲/۲۱ ± ۰/۱ ^a	پروتئین (%)
۰/۱۳ ± ۰/۰ ^a	۰/۱۳ ± ۰/۰ ^a	۰/۱۳ ± ۰/۰ ^a	لاکتوز (%)
۱/۰۲ ± ۰/۰ ^a	۱/۰۶ ± ۰/۰ ^a	۱/۰۶ ± ۰/۱ ^a	خاکستر (%)
۴/۱۶ ± ۰/۰ ^b	۴/۱۵ ± ۰/۰ ^b	۴/۲۴ ± ۰/۰ ^a	pH
۷۸ ± ۱/۷ ^b	۷۲ ± ۱/۷ ^a	۷۰ ± ۲/۶ ^a	درجه اسیدیته (درنیک)
۰/۷۸ ± ۰/۰ ^b	۰/۷۲ ± ۰/۰ ^a	۰/۷۰ ± ۰/۰ ^a	اسیدیته (%)

a, b: بین اعداد دارای حروف غیرمشابه در یک ردیف اختلاف معنی دار وجود دارد (p < ۰/۰۵)

M: نمونه ماست پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم ریزپوشانی شده، F: نمونه ماست پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم آزاد، C: نمونه ماست معمولی یا شاهد. میانگین ± انحراف معیار (n=۳)



شکل ۲- روند تغییرات در ویژگی های فیزیکی شیمیایی نمونه های ماست در طول ۸ هفته نگهداری در دمای ۴°C، (نمره میانگین ± 2 خطای معیار). pH (الف)، اسیدیته (ب)، رطوبت (ج)، آب اندازی (د)، پروتئین (ه)، چربی (و)، خاکستر (ز) و لاکتوز (ح).

۳-۱- اسیدیته و pH

اسیدیته نمونه های ماست C و F در هفته ۶ ام به اوج خود رسید و سپس سیر نزولی نشان داد (شکل ۲). بعد از ۸ هفته ذخیره سازی در دمای ۴°C نسبت به ۲۴ ساعت بعد، درصد اسیدیته در نمونه های ماست M افزایش معنی داری نشان داد ($p < 0.05$), درحالیکه در نمونه های ماست F درصد اسیدیته بطور غیر معنی

۲۴ ساعت بعد از نگهداری نمونه های ماست در دمای ۴°C، تفاوت معنی داری بین درصد اسیدیته نمونه های ماست مشاهده نگردید ($p < 0.05$) (جدول ۲). درصد اسیدیته نمونه های ماست M در هفته ۵ ام به بیشترین مقدار خود رسید، درحالیکه درصد

گزارشات متعددی در خصوص زنده ماننی باکتری های پروبیوتیک در محیط های اسیدی وجود دارد. مشکلی که در خصوص فرآورده های تخمیری مثل ماست وجود دارد این است که میزان اسید در طول مدت زمان ذخیره سازی محصول افزایش پیدا می کند که تحت عنوان اسیدی شدن بیش از حد^۱ و یا اسیدی شدن بعدی^۲ گفته می شود که علت آن فعال ماندن آنزیم بتا گالاکتوزیداز در دمای ۵-۰ °C می باشد. در این مواقع ممکن است pH حتی به زیر ۴/۲ برسد و باعث جدا شدن سرم ماست شده و زنده ماننی باکتریهای مولد لاکتیک به دلیل افزایش یون های هیدروژن در مقایسه با یون های لاکتات تحت تأثیر قرار بگیرد (۱۷). گزارش گردیده که اسیدی شدن بعدی در نمونه های ماست حاوی باکتری پروبیوتیک ریزپوشانی شده نسبت به نمونه های ماست حاوی باکتری پروبیوتیک آزاد کند تر صورت می گیرد.

۳-۲-۳- درصد رطوبت و مواد خشک

بر اساس آزمون های فیزیکو شیمیایی نمونه های ماست، ۲۴ ساعت بعد از نگهداری در دمای ۴ °C، تفاوت معنی داری بین درصد چربی، پروتئین، لاکتوز و خاکستر نمونه های ماست مشاهده نگردید ($p < 0/05$). درصد پروتئین در هر سه نمونه ماست از هفته اول تا ۴ ام افزایش و سپس کاهش نشان داد. لاکتوز سیر نزولی نشان داد و نوساناتی جزئی در درصد چربی و خاکستر نمونه ها مشاهده گردید. درصد رطوبت در هفته ۳ ام کمترین میزان را نشان داد که در خصوص نمونه های ماست C این میزان تا هفته ۴ ام نیز ادامه داشت و سپس سیر صعودی مشاهده گردید (شکل ۲). درصد ماده خشک کل و ماده خشک بدون چربی نمونه های ماست M بطور غیر معنی داری کمتر از نمونه های ماست C و بیشتر از نمونه های ماست F بود ($p > 0/05$). درصد ماده خشک کل و ماده خشک بدون چربی نمونه های ماست F بطور معنی داری کمتر از نمونه های ماست C بود ($p < 0/05$). در خصوص رطوبت نتایج عکس مواد خشک حاصل گردید (جدول ۲). پایین بودن درصد مواد خشک کل نمونه های ماست پروبیوتیک ممکن است بدلیل اضافه کردن سوسپانسیون میکروبی به حالت مایع و یا محلول حاوی دانک ها

داری کاهش یافت ($p > 0/05$). درصد اسیدیته در نمونه های ماست C بطور غیر معنی داری افزایش یافته بود. نتایج بدست آمده در این تحقیق تا حدودی با یافته های تاراکاجی و اردوغان (۲۰۰۳)، در توافق می باشد که گزارش نمودند اسیدیته ماست در طول زمان ذخیره سازی افزایش پیدا می کند (۳۲). علت عدم افزایش اسیدیته در نمونه های ماست F در مدت زمان ذخیره سازی محصول می تواند بدلیل تداخل رشد باکتری لاکتوباسیلوس پلاتناروم با رشد باکتری های مایه کشت ماست باشد. گفته شده است که باکتری های پروبیوتیک نسبت به باکتری های مایه ماست، تولید کننده های آهسته اسید هستند (۲۰)، در صورتیکه در این تحقیق نشان داده شد که اسیدی شدن در نمونه های ماست حاوی باکتری لاکتوباسیلوس پلاتناروم آزاد سریعتر از نمونه های ماست شاهد انجام پذیرفت. بعد از ۸ هفته نگهداری در دمای مذکور، درصد اسیدیته نمونه های ماست M و F بطور معنی داری کمتر از نمونه های ماست C بود ($p < 0/05$). ولی تفاوت معنی داری بین درصد اسیدیته نمونه های ماست M و F مشاهده نگردید ($p > 0/05$) (جدول ۳).

در خصوص pH، بعد از ۲۴ ساعت، تفاوت معنی داری بین pH نمونه های ماست F و C مشاهده نگردید ($p > 0/05$)، ولی pH نمونه های ماست M بطور معنی داری بیشتر از دو نوع نمونه دیگر بود ($p < 0/05$) (جدول ۲). در خصوص نمونه های C و F پایین ترین حد pH در هفته ۴ ام مشاهده گردید که تا هفته ۶ ام ادامه داشت و سپس سیر صعودی پیدا کرد. در مورد نمونه های ماست M کمترین میزان pH در هفته ۵ ام مشاهده گردید و سپس سیر صعودی نشان داد (شکل ۲). بعد از ۸ هفته نگهداری در دمای ۴ °C نسبت به ۲۴ ساعت بعد، pH در هر سه نوع نمونه ماست بطور معنی داری کاهش یافته بود ($p < 0/05$). گفته شده که باکتری های مایه ماست حتی در شرایط داخل یخچال نیز فعال بوده و می توانند از تخمیر لاکتوز مقادیر کمی اسید تولید نمایند (۲۶). بعد از ۸ هفته نگهداری، pH نمونه های ماست M بطور معنی داری از نمونه های دیگر بیشتر بود ($p < 0/05$). ولی تفاوت معنی داری بین pH نمونه های ماست F و C مشاهده نگردید ($p > 0/05$) (جدول ۳). نتایج این تحقیق با یافته های کایلوپاتی (۲۰۰۶)، در تضاد می باشد که نشان داد نمونه های ماست معمولی حاوی باکتری های مایه کشت ماست در مقایسه با نمونه های ماست حاوی باکتری های پروبیوتیک، pH پایین تری داشتند (۱۷).

¹ over acidification

² post acidification

ژل ماست و کاهش استحکام ژل ماست باشد. مشخص شده که دانک های آلژیناتی بدلیل داشتن یکسری فضاهای خالی می تواند بخشی از یون های کلسیم موجود در ژل ماست را به خود جذب نماید (۱۶). در هر سه نمونه ماست درصد آب اندازی تا هفته ۶ ام کاهش نشان داد و در هفته ۶ ام به کمترین میزان خود رسید و سپس افزایش نشان داد (شکل ۲).

بعد از ۸ هفته ذخیره سازی در دمای 4°C نسبت به ۲۴ ساعت بعد، درصد آب اندازی در هر سه نوع نمونه ماست، بطور معنی داری کم شده بود ($p < 0/05$). دلیل این امر می تواند افزایش مواد خشک کل ماست با تبخیر تدریجی رطوبت باشد. مشخص شده که آب اندازی با افزایش درصد مواد خشک کل و در نتیجه افزایش سفتی ماست، کاهش پیدا می کند (۱۲ و ۱۳). مهدیان (۱۳۸۵)، نشان داد که با افزایش درصد چربی ماست میزان آب اندازی نمونه های ماست کاهش پیدا کرده و خصوصیات بافتی آن بهتر می شود (۶).

بعد از ۸ هفته ذخیره سازی، درصد آب اندازی نمونه های ماست M بطور غیر معنی داری کمتر از نمونه های ماست C بود ($p > 0/05$) و بطور معنی داری بیشتر از نمونه های ماست F بود ($p < 0/05$) (جدول ۳). خروج گرانول های نشاسته از داخل دانک ها و جذب آب توسط آنها می تواند علت پایین بودن درصد آب اندازی در نمونه های ماست حاوی دانک های آلژیناتی باشد. همچنین تولید آگروپلی ساکارید توسط باکتری های مایه ماست و باکتری های پروبیوتیک می تواند عامل پایین آمدن درصد آب اندازی نمونه های ماست و افزایش ویسکوزیته آنها با گذشت زمان باشد (۱۷).

۳-۴- ویژگی های حسی نمونه های ماست

روند تغییرات در ویژگی های حسی نمونه های ماست پروبیوتیک و شاهد، در طول ۸ هفته نگهداری در دمای 4°C ، در شکل ۳ نشان داده شده است.

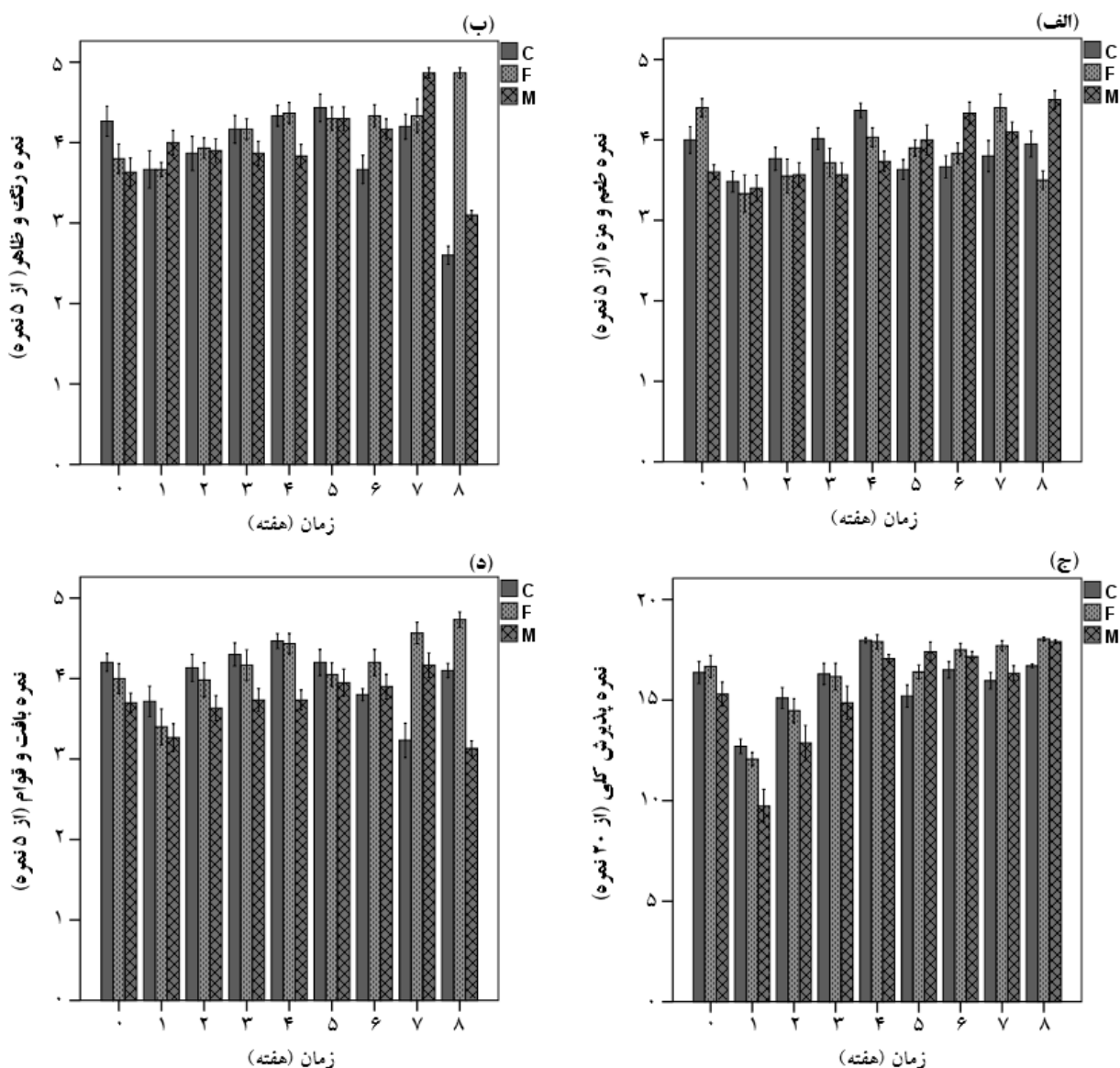
به نمونه های ماست پروبیوتیک باشد که منجر به افزایش درصد رطوبت و کاهش درصد مواد خشک کل نمونه های ماست پروبیوتیک گردیده است.

بعد از ۸ هفته ذخیره سازی در دمای 4°C نسبت به ۲۴ ساعت بعد، افزایش در درصد مواد خشک کل نمونه های ماست M و F بطور معنی دار ($p < 0/05$) و در نمونه های ماست C بطور غیر معنی دار بود ($p < 0/05$). درصد چربی و پروتئین در هر سه نوع نمونه ماست کاهش داشت، که این کاهش در خصوص نمونه های ماست F معنی دار بود ($p < 0/05$)، (جدول ۳).

در هر سه نوع نمونه ماست، درصد مواد خشک بدون چربی بطور معنی داری و درصد خاکستر بطور غیر معنی داری افزایش نشان داد. افزایش میزان مواد خشک کل و خاکستر نمونه های ماست ممکن است به علت از دست دادن تدریجی رطوبت در طول مدت زمان نگهداری باشد. افزایش مواد خشک بدون چربی نیز هم با کاهش رطوبت و هم با کاهش چربی در ارتباط می باشد. از طرف دیگر، کاهش معنی دار لاکتوز در همه نمونه ها مشاهده گردید ($p < 0/05$) (شکل ۲). کاهش لاکتوز بدلیل تخمیر آن توسط باکتری های ماست و تبدیل آن به اسید لاکتیک اتفاق می افتد که بطور غیر مستقیم نشان دهنده پیشرفت تخمیر و بالا رفتن اسیدیته در نمونه های ماست می باشد (۲۶). بعد از ۸ هفته نگهداری، تفاوت معنی داری بین درصد رطوبت، ماده خشک کل، ماده خشک بدون چربی، چربی، پروتئین، لاکتوز و خاکستر سه نوع نمونه ماست مورد آزمایش مشاهده نگردید ($p > 0/05$) (جدول ۳).

۳-۳-۳- آب اندازی

۲۴ ساعت بعد از نگهداری در دمای 4°C ، درصد آب اندازی نمونه های ماست M بطور معنی داری بیشتر از نمونه های ماست F ($p < 0/05$)، و بطور غیر معنی داری بیشتر از نمونه های ماست C بود ($p > 0/05$). درصد آب اندازی نمونه های ماست F نیز بطور غیر معنی داری کمتر از نمونه های ماست C بود ($p > 0/05$) (جدول ۲). علت بالا بودن آب اندازی در نمونه های ماست حاوی دانک های آلژیناتی می تواند بدلیل برهم خوردن ساختمان



شکل ۳- روند تغییرات در ویژگی های حسی نمونه های ماست در طول ۸ هفته نگهداری در دمای ۴°C، (نمره میانگین ± 2 خطای معیار). فاکتور طعم و مزه (الف)، فاکتور رنگ و ظاهر (ب)، نمره پذیرش کلی (ج) و فاکتور بافت و قوام (د).

۳-۴-۱- رنگ و ظاهر

۲۴ ساعت بعد از ذخیره سازی در دمای ۴°C، نمره رنگ و ظاهر نمونه های ماست F بطور غیر معنی داری از نمونه های ماست M بیشتر و از نمونه های ماست C کمتر بود ($p > 0.05$). تفاوت معنی داری بین رنگ و ظاهر نمونه های ماست C و M وجود نداشت ($p > 0.05$) (شکل ۳). فاکتور رنگ و ظاهر در نمونه های ماست F تا هفته هشتم و در نمونه های ماست M تا هفته هفتم رشد صعودی نشان داد، ولی در خصوص نمونه های ماست معمولی از هفته ۵ ام به بعد بصورت نامنظم رشد نزولی مشاهده گردید (شکل ۳). نمره رنگ و ظاهر نمونه های ماست M بعد از ۸ هفته نگهداری نسبت به ۲۴ ساعت بعد، بطور غیر معنی داری بهتر شده

بود ($p > 0.05$). درحالیکه، در نمونه های ماست F و C نمره رنگ و ظاهر بطور غیر معنی داری افت پیدا کرده بود ($p > 0.05$). بعد از ۸ هفته نگهداری در دمای ذکر شده، نمره رنگ و ظاهر نمونه های ماست M بطور غیر معنی داری از نمونه های ماست C بیشتر بود و آن هم از نمونه های ماست F بیشتر بود ($p > 0.05$) (شکل ۳). نتایج این تحقیق با نتایج کاپلوسپاتی (۲۰۰۶)، در توافق می باشد که نشان داد ماست پروبیوتیک حاوی باکتری ریز پوشانی شده با آلژینات و نشاسته مقاوم بطور غیر معنی داری دارای رنگ و ظاهر بهتری نسبت به ماست شاهد می باشد (۱۷). با وجود اینکه بنظر می رسد افزودن میکروکپسول های آلژیناتی به داخل ماست ممکن است باعث تغییر رنگ جزئی در ماست گردد

بعنوان یک گونه مفید پروبیوتیکی در تهیه ماست های پروبیوتیکی مورد استفاده قرار داد.

۳-۴-۳- بافت و قوام

۲۴ ساعت بعد از ذخیره سازی در دمای 4°C ، نمره بافت و قوام نمونه های ماست M بطور معنی داری کمتر از نمونه های ماست C بود ($p < 0.05$). نمره بافت و قوام نمونه های ماست F بطور غیر معنی داری از نمونه های ماست C کمتر و از نمونه های ماست M بیشتر بود ($p > 0.05$) (شکل ۳). فاکتور بافت و قوام در نمونه های ماست F تا هفته هشتم و در نمونه های ماست M تا هفته هفتم رشد صعودی نشان داد، ولی در خصوص نمونه های ماست معمولی از هفته چهارم به بعد رشد نزولی مشاهده گردید (شکل ۳). در نمونه های ماست F نمره بافت و قوام بعد از ۸ هفته ذخیره سازی در دمای 4°C نسبت به ۲۴ ساعت بعد، بطور غیر معنی داری بهتر شده بود ($p > 0.05$). ولی در نمونه های ماست M و C بافت و قوام افت کرده بود و در خصوص ماست C این افت معنی دار بود ($p < 0.05$). بعد از ۸ هفته، نمره بافت و قوام نمونه های ماست F بطور معنی داری از نمونه های ماست M و بطور غیر معنی داری از نمونه های ماست شاهد C بیشتر بود ($p > 0.05$) (شکل ۳).

این یافته ها نشان می دهد که افزودن لاکتوباسیلوس پلانتراروم بصورت آزاد به ماست می تواند باعث بهبود بافت و قوام ماست در طول مدت زمان نگهداری محصول گردد. گزارش گردیده که باکتری های تولید کننده آگزوپلی ساکارید باعث بهبود ویسکوزیته و بافت ماست می شوند و مقاومت ژل ماست را در برابر آسیب های مکانیکی افزایش می دهد (۱۳ و ۳۰). مشخص گردیده که باکتریهای مایه ماست نیز توانایی تولید آگزوپلی ساکاریدها را در میزان کمتر دارا می باشند که بسته به سویه ای که استفاده می شود می تواند متفاوت باشد (۱۷). کاهش ویژگی های بافتی ماست های حاوی میکروکپسول ها ممکن است بدلیل برهم خوردن ساختار ژل ماست توسط میکروکپسول های افزوده شده باشد. ولی از آنجائیکه میکروکپسول های تولید شده دارای اندازه بسیار ریز و حدود ۲۰ میکرومتر بودند بنابراین در هنگام مصرف قابل احساس نبودند. نتایج حاصل با یافته های کایلوسپاتی (۲۰۰۶)، در تضاد می باشد که نشان داد ماست پروبیوتیک حاوی میکروکپسول های آلژیناتی و نشاسته مقاوم

ولی چون در ترکیب آنها از نشاسته نیز استفاده شده بود بنابراین میکروکپسول های تهیه شده سفید رنگ بودند (۱۷)، بنابراین تغییر چندانی در رنگ طبیعی ماست ایجاد نشد و حتی با گذشت زمان باعث بهبود غیر معنی دار رنگ ماست نیز گردید. همچنین نتایج حاضر با یافته های حسین و همکاران (۲۰۰۹)، در توافق می باشد که نشان دادند نمره رنگ نمونه های ماست پروبیوتیک حاوی باکتری پروبیوتیک آزاد کمتر از نمونه های ماست شاهد می باشد (۱۵).

۳-۴-۲- طعم و مزه

۲۴ ساعت بعد از ذخیره سازی در دمای 4°C ، تفاوت معنی داری بین طعم و مزه نمونه های ماست M و C وجود نداشت ($p > 0.05$). طعم و مزه نمونه های ماست F بطور معنی داری از طعم و مزه نمونه های ماست M و بطور غیر معنی داری از نمونه های ماست C بهتر بود (شکل ۳). در کل فاکتور طعم و مزه در نمونه های ماست پروبیوتیک F و M از هفته اول تا هشتم رشد صعودی نشان داد (شکل ۳). بنابراین می توان نتیجه گرفت که افزودن باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پلانتراروم بصورت آزاد باعث بهبود طعم و مزه ماست می شود. این نتایج با یافته های حسین و همکاران (۲۰۰۹)، در توافق می باشد که نشان دادند طعم و مزه نمونه های ماست پروبیوتیک بهتر از نمونه های ماست معمولی می باشد (۱۵). همچنین نتایج حاضر با یافته های کایلوسپاتی (۲۰۰۶)، در توافق می باشد که نشان داد ماست پروبیوتیک حاوی سلول های آزاد لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس (DD910) و بیفیدوباکتریوم لاکتیس (DD920) بطور غیر معنی داری دارای طعم و مزه بهتری نسبت به ماست پروبیوتیک حاوی باکتری های ریزپوشانی شده و ماست شاهد می باشد (۱۷). طعم و مزه نمونه های ماست M بعد از ۸ هفته ذخیره سازی در دمای 4°C نسبت به ۲۴ ساعت بعد، بطور غیر معنی داری بهتر شده بود ($p > 0.05$). ولی در نمونه های ماست F و C نمره طعم و مزه بطور غیر معنی داری افت پیدا کرده بود ($p > 0.05$). این امر می تواند بدلیل آزاد شدن تدریجی سلول های ریزپوشانی شده لاکتوباسیلوس پلانتراروم و تأثیر گذاری آن در طعم و مزه ماست باشد. بعد از ۸ هفته نگهداری در دمای مذکور، تفاوت معنی داری در طعم و مزه نمونه های ماست مشاهده نگردید ($p > 0.05$) (شکل ۳). بنابراین باکتری لاکتوباسیلوس پلانتراروم را می توان

افت جزئی در یکسری از ویژگی های حسی ماست می گردد ولی با این وجود نمره پذیرش کلی نمونه های ماست پروبیوتیک نسبت به نمونه های ماست شاهد بیشتر بود.

۴- نتیجه گیری

یافته ها نشان داد که افزودن باکتری لاکتوباسیلوس پلانتروم (PTCC ۱۰۵۸) بصورت آزاد یا ریزپوشانی شده به ماست باعث بهبود برخی از ویژگی های حسی ماست شده و باعث افت برخی از ویژگی های حسی دیگر می گردد ولی در کل باعث افزایش پذیرش کلی محصول بعد از ۸ هفته نگهداری گردید. همچنین تفاوت معنی داری در ویژگی های فیزیکی شیمیایی نمونه های ماست پروبیوتیک در مقایسه با نمونه های ماست شاهد وجود نداشت. کاربرد عملی یافته های حاصل از این تحقیق در تولید ماست پروبیوتیک و سین بیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس پلانتروم ریزپوشانی شده و نشاسته مقاوم در کارخانجات تولید کننده ماست پروبیوتیک می باشد.

۵- سپاس گزاری

بدین بوسیله از مساعدت های دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی تقدیر و تشکر می گردد. همچنین از زحمات فراوان آقای مهندس محمد حسین جدیری مدیر محترم تحقیق و توسعه (R & D) کارخانه شیر پگاه تبریز تشکر و قدردانی می گردد.

۶- منابع

- ۱- آمارنامه کشاورزی، ۱۳۸۰. جلد دوم (امور دام و آبزیان)، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فن آوری اطلاعات.
- ۲- شفیع، ی. ۱۳۹۱. پروبیوتیک ها و پری بیوتیک ها در مواد غذایی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی، چاپ اول، ص ۴.
- ۳- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۵. شیر و فرآورده های آن- تعیین اسیدیته و pH-روش آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره ۲۸۵۲، چاپ اول.
- ۴- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۷. ماست پروبیوتیک -ویژگیها و روشهای آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۱۳۲۵، چاپ اول.

دارای بافت بهتری نسبت به ماست پروبیوتیک حاوی باکتری های آزاد و ماست شاهد می باشد (۱۷). آنها اذعان داشتند که نشاسته مقاوم با داشتن آمیلوز بالا قادر به جذب آب و متورم شدن بوده ولی نمی تواند بطور کامل ژلاتینه شود از اینرو این نشاسته متورم شده می تواند باعث افزایش ویسکوزیته و سفتی ژل ماست شود. از طرف دیگر نیز ساختار متخلخل کپسولهای آلزیناتی را مسبب اجازه به خروج گرانولهای نشاسته از کپسول بداخل ماتریکس ماست برشمرده اند. (۱۷).

۳-۴-۴- پذیرش کلی

۲۴ ساعت بعد از ذخیره سازی در دمای 4°C ، نمره پذیرش کلی نمونه های ماست F از نمونه های ماست M و C بود ولی این تفاوت معنی دار نبود ($p>0.05$). همچنین تفاوت معنی داری در نمره پذیرش کلی نمونه های ماست M و C وجود نداشت ($p>0.05$) (شکل ۳). از هفته اول تا چهارم نمره پذیرش کلی هر سه نمونه ماست رشد صعودی داشت و بعد با نوسانات جزئی ثابت ماند (شکل ۳). نمره پذیرش کلی نمونه های ماست M و F بعد از ۸ هفته ذخیره سازی در دمای 4°C بطور غیر معنی داری بهتر شده بود ($p>0.05$). ولی در نمونه های ماست C نمره پذیرش کلی بطور غیر معنی داری افت کرده بود ($p>0.05$) (شکل ۳). این نتایج با یافته های حسین و همکاران (۲۰۰۹)، در توافق می باشد که نشان دادند پذیرش کلی نمونه های ماست پروبیوتیک بهتر از نمونه های ماست معمولی می باشد (۱۵). نتایج این پژوهش با نتایج کالیوسپاتی (۲۰۰۶)، نیز در توافق می باشد که نشان داد تفاوت معنی داری در پذیرش کلی نمونه های ماست پروبیوتیک حاوی باکتری ریزپوشانی شده و آزاد و نمونه های ماست شاهد تفاوت معنی داری وجود ندارد (۱۷).

افزودن باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پلانتروم بصورت آزاد باعث بهبود طعم و مزه ماست شده و افزودن باکتری ریزپوشانی شده با آلزینات و نشاسته به ماست باعث بهبود رنگ ماست می شود و از آنجائیکه سه فاکتور رنگ، طعم و مزه جزو فاکتورهای مهم در پذیرش و یا رد یک محصول از طرف مصرف کننده می باشد (۳۱)، بنابراین نمره پذیرش کلی نمونه های ماست پروبیوتیک بیشتر از ماست شاهد بدست آمد. اگرچه مشخص گردید که افزودن باکتری لاکتوباسیلوس پلانتروم بصورت آزاد و یا ریزپوشانی شده با آلزینات و نشاسته مقاوم به ماست باعث

- the sensory properties of yoghurt. *LWT Food Science and Technology*, 39 (10): 1221-1227.
- 18- Krasaekoopt, W., Bhandari, B., & Deeth, H. 2003. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. *International Dairy Journal*, 13, 3-13.
- 19- La Torre, L., Tamime, A. Y. and Muir, D. D. 2003. Rheology and sensory profiling of set type fermented milks made with different commercial probiotic and yoghurt starter cultures. *Int. J. Dairy Tech* 56 (3): 163-170.
- 20- Marshall, V. M. and Tamime, A. Y. 1997. Starter cultures employed in the manufacture of biofermented milks. *International Dairy Journal*, 50: 35-39.
- 21- Pestka, J. J., Ha, C. L., Warner, R. W., Lee, J. H. And Ustunol, Z. 2001. Effects of ingestion of yogurts containing *Bifidobacterium* and *Lactobacillus acidophilus* on spleen and Peyer's patch lymphocyte populations in the mouse. *J Food Prot.*, 64:392-65.
- 22- Picot A, Lacroix C 2004. Encapsulation of bifidobacteria in whey protein microcapsules and survival in simulated gastrointestinal conditions and in yoghurt. *Int Dairy J*. 14: 505-515.
- 23- Saad, S. M. I., Castro, I. A. and Harami, J. B. 2008a. Avaliac,~ao senaorial de uma nova sobremesa l'actea congelada simbi'otica. In: *Proceedings of XXI Congresso Brasileiro de Ci^encia e Tecnologia de Alimentos*, Belo Horizonte.
- 24- Saad, S. M. I., Corr^ea, S. B. M. and Castro, I. A. 2008b. Probiotic potential and sensory properties of coconut flan supplemented with *Lactobacillus paracasei* and *Bifidobacterium lactis*. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 1560-68.
- 25- Shafiei, Y., Razavilar, V., Javadi, A. and Mirzaei, H. 2012. Survivability of free and microencapsulated *Lactobacillus plantarum* with alginate and resistant starch in simulated gastrointestinal conditions. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(3&4), 207-212.
- 26- Shah, N. P., Lankaputhra, W. E. V., Britz, M. and Kyle, W. S. A. 1995. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in commercial yoghurt during refrigerated storage. *International Dairy Journal*, 5: 515-521.
- 27- Sheu, T. Y. & Marshall, R. T. 1993. Microentrapment of Lactobacilli in calcium alginate gels. *Journal of Food Science*, 54(3): 557-561.
- 28- SPSS Institute, Inc. SPSS for Windows, version 11.5. SPSS Institute, Inc., USA.
- 29- Sultana, K., Godward, G., Reynolds, N., Arumugaswamy, R., Peiris, P., & Kailasapathy, K. 2000. Encapsulation of probiotic bacteria with
- ۵- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۷. ماست-ویژگیها و روشهای آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره ۶۹۵، تجدید نظر چهارم.
- ۶- مهدیان، ا. ۱۳۸۵. مطالعه تأثیر چربی شیر روی رشد و فعالیت باکتریهای آغازگر در حین تخمیر ماست. شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی ایران، گرگان، ایران، ص ۳-۱۲.
- 7- Augustin, M. A., Cheng, L. J. and Clarke, P. T. 1999. Effects of preheat treatment of milk powder on the properties of reconstituted set milk yogurts. *International Dairy Journal*, 9: 415-416.
- 8- Brinques GB., Ayub MAZ. 2011. Effect of microencapsulation on survival of *Lactobacillus plantarum* in simulated gastrointestinal conditions, refrigeration, and yogurt. *J of Food Engineering*. 103(2): 123-128.
- 9- Capela, P., Hay, T. K. C., & Shah, N. P. 2006. Effect of cryoprotectants, prebiotics and microencapsulation on survival of probiotic organisms in yoghurt and freeze-dried yoghurt. *Food Research International*, 39, 203-211.
- 10- Champagne, C. P., Roy, D. and Gardner, N. J. 2005. Challenges in the addition of probiotic cultures to foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45: 61-84.
- 11- Gbassi GK., Vandamme T., Seri Yolou F., Marchioni E. 2011. In vitro effects of pH, bile salts and enzymes on the release and viability of encapsulated *Lactobacillus plantarum* strains in a gastrointestinal tract model. *Int. Dairy J*. 21(2): 97-102.
- 12- Ghodduji, M. B. and Robinson, R. K. 1996. Enumeration of starter cultures in fermented milks. *Journal of Dairy Research*, 63: 151-158.
- 13- Griffin, A. M., Morris, V. J. and Gasson, M. J. 1996. The cps ABCDE genes involved in polysaccharide production in *Streptococcus salivarius* ssp *thermophilus* strain NCBF 2393. *Gene*, 183: 23-27.
- 14- Hekmatab, S., Reid, G. 2006. Sensory properties of probiotic yogurt is comparable to standard yogurt. *Nutrition Research*. 26(4): 163-166.
- 15- Hussain, I., Rahman, A. U. and Atkinson, N. 2009. Quality Comparison of Probiotic and Natural Yogurt. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8 (1): 9-12.
- 16- Kailasapathy, K. 1996. Polysaccharide ingredients in dairy product applications: Increase in cheese yield. *Food Australia*, 48: 458-461.
- 17- Kailasapathy, K. 2006. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on

alginate-starch and evaluation of survival in simulated gastrointestinal conditions and in yoghurt. *International Journal of Food Microbiology*, 62(1/2) 47-55.

30- Tamime, A. Y. and Deeth, H. C. 1980. Yoghurt: Technology and biochemistry. *Journal of Food Protection*, 43, 939-977.

31- Tamime, A. Y. and Robinson, R. K. 1999. *Yoghurt, Science and Technology*. Cambridge, UK: woodhead publishing Limited.

32- Tarakci, Z. and Erdogan, K. 2003. Physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of some fruit-flavored yogurt. *Y.Y.U. Veteriner Fakultesi Dergisi*, 14:10-14.

33- Tejada-Simon, M. V., Lee, J. H., Ustunol, Z. and Pestka, J. J. 1999. Ingestion of yogurt containing *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* to potentiate immunoglobulin A responses to cholera toxin in mice. *J Dairy Sci.*, 82:649-60.

34- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., and Elias, L. G. 1987. *Basic Sensory Methods For Food Evaluation*. International Development Research Center. Ottawa, Canada.