مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶ (ص۴۳۳-۴۲۷) DOI: 10.22059/ijbse.2017.63808

اثر کفیران به عنوان جایگزین چربی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسی و میکروبی ماست میوه ای هم زده

مرجان حاجی ئی[۱]، فرامرز خدائیان[۲*]، رضوان پوراحمد[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد ، گروه علوم و تکنولوژی غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین- پیشوا

۲. دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، پردیس کشاورزی ومنابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳. دانشیار، گروه علوم و تکنولوژی غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین - پیشوا

(تاریخ دریافت : ۱۳۹۴/۴/۳ – تاریخ بازنگری : ۱۳۹۵/۹/۱۸ – تاریخ تصویب : ۱۳۹۶/۵/۱۴)

چکیده

استفاده از جایگزین‌های چربی در غذاها نقش مهمی در سلامت انسان بخصوص کاهش بیماری‌های قلبی و عروقی دارد. در این تحقیق از سه سطح کفیران (۰/۵،۰/۲و۰/۸درصد) به عنوان جایگزین چربی در ماست میوه‌ای استفاده شد و خصوصیات فیزیکوشیمیایی (اسیدیته، سینرزیس، رئولوژیکی)، میکروبی (تعداد باکتریهای اسید لاکتیک، کپک ومخمر) و حسی آنها با سه ماست میوه ای شاهد (بدون چربی، کم چرب (۱/۵٪) و پرچرب (۳٪) مقایسه گردید. نمونه‌ها در شرایط یکسان تولید شدند. نتایج نشان داد که غلظت کفیران بر اسیدیته ماست اثری ندارد. کمترین سینرزیس در بین تمام نمونه‌ها مربوط به ماست ۰/۵ درصد کفیران بود که در ارزیابی حسی، بالاترین امتیاز پذیرش کلی را کسب کرد. افزایش غلظت کفیران باعث افزایش اندیس قوام و کاهش رشد کپک و مخمر ماست شد در حالی‌که بر روی تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک اثر معنی‌داری نشان نداد.

واژه‌های کلیدی : ماست میوه‌ای هم زده، جایگزین چربی، کفیران، بافت، سینرزیس

مقدمه

ماست شناخته شده ترین فرآورده تخمیری شیر است که مقبولیت بالایی در دنیا دارد و از هزاران سال پیش مصرف می‌شود (Aziznia *et al*., 2008). ماست میوه‌ای هم زده وکم چرب جزء ماست‌های مهم و پرمصرف در دنیا خصوصا کشور انگلستان بوده و حجم بالایی از بازار را (بیش از ۵۰٪) را به خود اختصاص می‌دهد (Early, 1992). در دو دهه اخیر تمایل به مصرف محصولات لبنی کم چرب یا بدون چربی، مخصوصاً ماست بدون چربی، به دلیل اثرات سوء ناشی از چربی اضافی بر سلامت انسان، به طور چشمگیری افزایش یافته است. عموماً مصرف کنندگان محصولات کم چرب را نسبت به محصولات پرچرب مشابه ترجیح می‌دهند (Sandoval-Castilla, 2004). به همین دلیل تولید کنندگان به دنبال یک منبع مناسب برای جایگزین چربی هستند. جایگزین های چربی ترکیباتی هستند که روی ویژگی‌های محصول نظیر طعم، احساس دهانی، بافت، ویسکوزیته و سایر خصوصیات ارگانولیپتیک تأثیر می‌گذارند (Cheng *et al*., 2008)که از منابع مختلفی می‌توانند تولید شوند در این خصوص تحقیقات زیادی انجام شده و می‌شود (Adapa *et al*., 2010). در سال‌های اخیر استفاده از اگزو پلی‌ساکاریدهای تولید شده به وسیله باکتری‌های اسید لاکتیک (LAB) به عنوان جایگزین چربی در مواد غذایی توجه بسیاری را به خود جلب کرده است، زیرا این پلی‌ساکاریدها علاوه بر اینکه از سویه‌های بی‌خطر و شناخته شده تولید می‌شوند، منجر به ایجاد خواص مطلوبی از قبیل غلیظ کنندگی، پایدار کنندگی، امولسیون کنندگی و ژل کنندگی در مواد غذایی می‌شوند (Laws, 2001). اگزو پلی‌ساکاریدها پلیمرهای بلندزنجیر هستند که با ایجاد قوام دهندگی و یا تشکیل ژل در محیط آبی باعث ایجاد حالت خامه‌ای می‌شوند و خصوصیات چربی را از خود نشان می‌دهند و می‌توانند به عنوان جایگزین چربی استفاده شوند. یکی از محصولات تخمیری لاکتیکی در صنایع لبنیات، کفیر است که منشا آن کوه‌های قفقاز می‌باشد. دانه‌های سفید رنگی تحت عنوان دانه‌های کفیر عامل تخمیر در این فرآورده هستند. دانه‌های کفیر شبیه تکه‌های گل کلم در ابعاد بین ۳-۱ سانتی‌متر، دارای شکل نامنظم و به رنگ سفید تا سفید متمایل به شیری هستند. ساختار این دانه‌ها لزج اما سخت است. این دانه‌ها کمپکسی از باکتری‌ها و مخمرها و پروتئین و اگزوپلی‌ساکاریدی به نام کفیران هستند (Mitsue *et al*., 1999).

اگزو پلی‌ساکارید کفیران هیدروکلوئیدی خنثی است که توسط باکتری لاکتوباسیلوس کفیرانوفاسینس موجود در دانه

* نویسنده مسئول : khodaiyan@ut.ac.ir

کفیر تولید می‌شود. این پلی‌ساکارید از واحدهای D- گلوکز و D-الاکتوز به نسبت ۱:۱ تشکیل شده است (Mitsue *et al.*, 1999). و دارای خواص دارویی و ضد میکروبی است (Rodrigues *et al.*, 2005; Ninan *et al.*, 2005). کفیران در آب سرد به آهستگی و در آب گرم براحتی حل می‌شود و با غلظت۰/۲٪، محلولی ویسکوز تولید می‌کند. کفیران به تنهایی و با کاراگینان ۱٪ به نسبت ۱:۴ تولید ژل می‌کند. این پلیمر دارای وزن مولکولی ۱۰۶×۱/۳۵ دالتون و چرخش نوری ۶۴+ می‌باشد. محلول کفیران دارای خواص نیوتنی است که با بالارفتن غلظت آن خواص سودوپلاستیک از خود نشان می‌دهد (Mehran *et al.*, 2012). به طورکلی این صمغ دارای خواصی نظیر ژل کنندگی، غلیظ کنندگی و قوام دهندگی است (Mehran *et al.*, 2012).

با توجه به مطالب فوق، هدف از این پژوهش تولید ماست هم زده میوه‌ای با استفاده از اگزو پلی‌ساکارید کفیران به عنوان جایگزین چربی می‌باشد و همچنین ارزیابی ویژگی‌های رئولوژیکی و میکروبی و ریز ساختاری ماست تولید شده است.

مواد و روش‌ها

فنل فتالئین، سود، اسید سولفوریک، ایزوآمیل الکل از شرکت مرک آلمان تهیه گردید. شیر پاستوریزه با درصدهای چربی ۳٪، ۱/۵٪، ۰/۵٪ از کارخانه پاک ایران خریداری شد. پوره توت فرنگی از شرکت مواد غذایی بابل آب ایران تهیه شد. استارتر CH_1 نوع DVS از شرکت هانسن کشور دانمارک مورد استفاده قرارگرفت. دانه کفیر از بانک میکروبی گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه تهران تهیه شد.

استخراج کفیران از دانه‌های کفیر

دانه کفیر در شیر پاستوریزه کشت داده شد و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۵ روز نگهداری شد. اگزو پلی‌ساکاریدهای موجود در دانه‌های کفیر با اصلاحاتی در روش *et al.* Piermaria(2009) استخراج گردید. مقدار ۵۰ گرم دانه کفیر به مدت ۱ ساعت در آب جوش بهم زده شد. سپس جهت رسوب پروتئین‌های موجود در محلول، مخلوط حاصل به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱۰۰۰۰g در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد سانتریفیوژ شد. به منظور جداسازی کفیران به اندازه حجم مایع شفاف رویی حاصل از سانتریفیوژ، اتانول ۹۶٪ سرد شده اضافه شد. سپس محلول به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰- نگهداری شد. پس از طی زمان مذکور محلول در دمای ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ دقیقه با دور g ۱۰۰۰۰ سانتریفیوژ شد. و کفیران جداسازی شد. جهت افزایش خلوص کفیران استخراجی این کار دوبار تکرار شد.

تهیه ماست

کفیران به میزان مورد نیاز مطابق با طرح در سه سطح ۰/۲٪، ۰/۵٪، ۰/۸٪ به شیر اضافه شده و توسط همزن، بخوبی حل شد. سپس به مخلوط شکر اضافه شد و جهت همگن کردن آن، مخلوط در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به دستگاه هموژنایزر با فشار ۲۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع وارد شد. در ادامه در دمای ۸۵ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه تحت تیمار حرارتی قرار گرفت. بعد از آن، عمل تلقیح در دمای ۴۳ درجه سانتیگراد انجام شد. استارتر معمول ماست شامل مخلوط ۱:۱ استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس در همه نمونه‌ها به میزان ثابت V/V ۲٪ تلقیح شد. شیر پس از تلقیح به خوبی هم زده شد تا استارترها به طور یکنواخت در آن پخش شوند. پس از آن نمونه‌ها در دمای آزمایش (۴۳°C) گرمخانه‌گذاری شدند. pH نمونه‌ها در فواصل زمانی معین اندازه‌گیری شد و عمل تخمیر در pH= ۴/۶ متوقف گردید سپس توت فرنگی فراوری شده ۱۵٪، در حین هم زدن به تیمارها اضافه شد وکاملا به هم زده شد و در ظروف ۱۰۰ میلی‌لیتر از جنس پلی‌استایرن دردار که درون آنها با حرارت شعله گاز و کمی اتانول استریل شده بود، توزیع گردید و در آنها به خوبی بسته شد. تمام عملیات در کنار شعله و در شرایط استریل انجام گرفت. و سریعا نمونه‌ها به یخچال با دمای ۴°C منتقل شدند و تا انجام آزمایشات بعدی در این دما نگهداری گردیدند. ماست‌های بدون چربی (۰/۵٪)، کم چرب (۱/۵٪) و پرچرب (۳٪) به عنوان شاهد نیز به روش فوق و بدون افزودن کفیران تهیه شدند.

اندازه‌گیری اسیدیته

اندازه‌گیری اسیدیته مطابق با روش استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ انجام شد، به این صورت که ۹ گرم از نمونه در بشر ریخته شد و وزن گردید سپس هم وزن آزمون به آن آب مقطر عاری از دی اکسید کربن اضافه شد سپس ۰/۵ میلی لیتر فنل فتالئین به عنوان شناساگر استفاده گردید و با سود ۰/۱ نرمال تیتر شد. این عمل تا ظهور رنگ صورتی کم رنگ که حداقل به مدت ۵ ثانیه پایدار باقی بماند، انجام شد.

اندازه‌گیری سینرزیس

میزان آب‌اندازی نمونه‌های ماست طبق روش ارائه شده توسط Amatayakul *et al.* (2006) تعیین شد.کار به این صورت بود که لیوان محتوی نمونه از یخچال (۴C°) خارج شده و توزین گردید. لیوان در یک زاویه °۴۵ نگه داشته شد تا آب موجود روی سطح نمونه، در یک طرف لیوان جمع شود. آب جمع شده

در کناره لیوان با استفاده از یک سوزن متصل به سرنگ کشیده شد. سپس لیوان ماست مجددا توزین گردید. عملیات طی ۱۰ ثانیه انجام شد تا از نشت بیشتر آب از ژل ماست جلوگیری شود. میزان سینرزیس به صورت درصد وزن آب جدا شده به وزن اولیه نمونه ماست بیان گردید.

آزمون رئولوژیکی

در این پژوهش آزمون های رئولوژیکی توسط دستگاه رئومتر با تنش کنترل شده Physica MCR 300 (AntonPaarGmbH, Ostfilden, Germany) و با استفاده از سیلندر استوانه‌ای انجام شد. جهت آزمون روبش فرکانس، یک کرنش ثابت یک دهم درصدی در محدوده فرکانس ۰/۱ تا ۱۶ هرتز اعمال شد. با برازش مدل قانون توان ($G'=a\omega^b$) به نتایج به دست آمده از تست روبش فرکانس، می‌توان مقادیر عدد a (نشانه استحکام بافت) و b (نوع ساختار) را محاسبه کرد.

آزمون میکروبی

به منظور شمارش کلی باکتریهای اسید لاکتیک از روش کشت اختلاطی و محیط کشت لاکتیک اسید باکتریا آگار استفاده شد. برای این منظوردر ابتدا رقت‌های لازم از نمونه‌های ماست با استفاده از آب پپتون ۰/۱ درصد استریل تهیه شدند و بعد از کشت نمونه‌ها به صورت اختلاطی، نمونه‌های کشت شده در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت نگهداری شدند (Mortazavi *et al.*, 2003) . به منظور شمارش کپک و مخمر پس از تهیه سرهای رقت شبیه به حالت قبل از محیط کشت پوتیتودکستروزآگار (PDA) و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۳ تا ۵ روز طبق استاندارد ملی ایران با شماره ۱۰۱۵۴ استفاده شد.

آزمون حسی

پرسش نامه‌ای جهت تست نمونه‌ها تهیه شد و در اختیار ۱۰ نفر ارزیاب تعلیم دیده قرار داده شد. ارزیابی حسی ویژگی‌های طعم، بافت، ظاهر و پذیرش کلی محصول در روز هفتم مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۶۹۵ انجام شد (بی نام ، ۱۳۸۲). امتیازها برای هریک از ویژگی‌های حسی فوق از صفر تا ۴ (به ترتیب: خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب، خیلی خوب) توسط افراد برای نمونه‌ها گزارش شد. و هر کدام از این آزمون‌ها ضریبی به خود اختصاص دادند. ضریب: ۶، ۳/۵، ۲، ۱ به ترتیب برای طعم، احساس دهانی (منظور ارزیابی لطافت، یکنواختی، زبری، دانهای بودن و لاستیکی بودن نمونه در حین خوردن در حفره دهانی)، ظاهر، احساس غیر دهانی (منظور احساس چشمی و دستی از لحاظ گرانروی و غلظت نمونه) در نظر گرفته شد. که در نهایت در پذیرش کلی این ضریب‌ها بکار گرفته شد. امتیازهایی جهت پذیرش کلی وکیفیت نمونه ها از۴۰ تا ۵۰: خیلی خوب، ۳۰ تا ۳۹: خوب ، ۲۰تا ۲۹: متوسط، کمتر از ۲۰: غیر قابل قبول، مورد نظر قرار گرفته شد.

آنالیز آماری

این پروژه در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شده و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن توسط نرم افزار SPSS (version 16.0; SPSSInc, Chicago, IL) اجرا شد. نمودارها توسط نرم افزار اکسل (Excel version 2007,Microsoft, Redmond, WA, USA) ترسیم شدند. تمام تیمارها در سه تکرار تهیه گردیدند.

نتایج و بحث

اسیدیته

جدول ۱ نشان می‌دهد که کفیران تأثیری روی اسیدیته نداشته که این موضوع با توجه به ساختار خنثی پلی ساکارید کفیران قابل پیش‌بینی بود ($p>۰/۰۵$). نمونه‌های پرچرب نسبت به نمونه‌های کم‌چرب اسیدیته کمتر داشته، که این موضوع به دلیل تأثیر محتوای چربی بر رشد و فعالیت باکتری‌های اسیدلاکتیک است که باعث ایجاد اسیدیته کمتر می‌شود، این موضوع با یافته‌های برخی محققین مطابقت دارد (Azizinia *et al.*,2008). همانطور که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود طی دوران نگهداری تمامی تیمارها از روز اول تا روز ۱۴، افزایش اسیدیته و از روز ۱۴ تا ۲۸ کاهش اسیدیته داشتند. علت افزایش اسیدیته را می‌توان به فعالیت میکروارگانیسم‌ها نسبت داد. میکروارگانیسم‌ها با مصرف قند و تولید اسیدهای آلی می‌توانند افزایش اسیدیته را به دنبال داشته باشند. با به پایان رسیدن منابع قندی، میکروارگانیسم‌ها پروتئین‌های موجود در محیط را مصرف می‌کنند و این باعث کاهش اسیدیته محصول می‌گردد. همچنین میکروارگانیسم‌های موجود در محیط، اسیدهای آلی را مصرف کرده و این عامل نیز منجر کاهش اسیدیته محصول می گردد (Mortazavi *et al.*, 2003). نتایج این تحقیق با نتایج گزارش شده توسط El-Seyed *et al.* (2002) و Sahan *et al.* (2008) که از صمغ زانتان و بتاگلوکان جو در ماست استفاده کرده بودند، مطابقت داشت. این محققین گزارش کردند که

افزودن صمغ تأثیر معنی‌داری بر میزان اسیدیته ندارد.

سینرزیس

سینرزیس به عنوان انقباض ژل در نظر گرفته می‌شود که با دفع مایع (حاوی پروتئین های آب پنیر) همراه است و مربوط به عدم توانایی شبکه ژل در به دام انداختن تمامی فاز مایع می‌باشد.

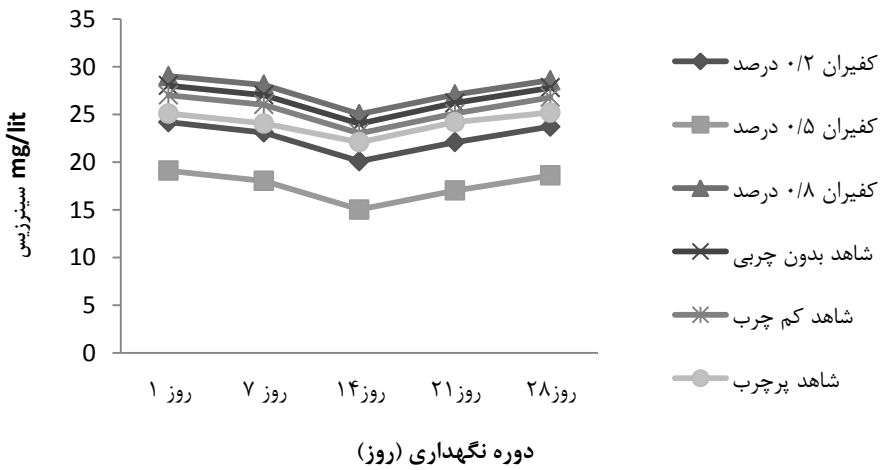
اکثر مصرف کنندگان سینرزیس را به عنوان یک نقص در نظر می‌گیرند (Lucey *et al*., 1998 ;Megenis *et al*., 2006). زمانی که میسل‌های کازئین در شبکه ژل دوباره مرتب می‌شوند، خروج پروتئین‌های آب پنیر صورت می‌گیرد به طوری که ژل بدون هیچ نوع نیروی خارجی جمع می‌شود (Lucey, 2002).

جدول ۱. اسیدیته در تیمارها در طی ۲۸ روز نگهداری (۱-شاهد بدون چربی، ۲- شاهد کم چرب، ۳- شاهد پرچرب، ۴- نمونه حاوی ۰/۲ درصد کفیران، ۵- نمونه حاوی ۰/۵ درصد کفیران، ۶- نمونه حاوی ۰/۸ درصد کفیران)

تیمارها*/روز	٪۰/۵F[1]	٪۱/۵F[2]	٪۳F[3]	٪۰/۲K[4]	٪۰/۵K[5]	٪۰/۸K[6]
۱	۹۶/۲ ±۰/۳[b]	۹۳/۲ ±۰/۳[c]	۸۵/۲ ±۰/۳[d]	۹۷ ±۰/۱[a]	۹۷ ±۰/۱[a]	۹۶/۹ ±۰/۱[a]
۷	۹۸/۶ ±۰/۱[a]	۹۴/۷ ±۰/۲[b]	۸۶/۶ ±۰/۱[c]	۹۸/۵ ±۰/۴[a]	۹۸/۴ ±۰/۲[a]	۹۸/۵ ±۰/۱[a]
۱۴	۹۹/۷ ±۰/۱[a]	۹۶/۱ ±۰/۲[b]	۸۸/۱ ±۰/۲[c]	۱۰۰/۴ ±۰/۳[a]	۱۰۰/۵ ±۰/۶[a]	۱۰۰/۳ ±۰/۲[a]
۲۱	۹۸/۸ ±۰/۱[c]	۹۵/۱ ±۰/۱[d]	۸۷/۱ ±۰/۱[c]	۹۹/۱ ±۰/۱[b]	۹۹ ±۰/۱[a]	۹۸/۹ ±۰/۱[c]
۲۸	۹۸/۱ ±۰/۱[a]	۹۴/۵ ±۰/۳[b]	۸۶/۴ ±۰/۲[c]	۹۸/۵ ±۰/۳[a]	۹۸/۴ ±۰/۱[a]	۹۸/۵ ±۰/۱[a]

*مقایسه میانگین تیمارها در روز انجام شده است.

شکل ۱ تغییرات سینرزیس را در طول دوره نگهداری نشان می‌دهد. کمترین سینرزیس در نمونه ۰/۵ درصد کفیران نشان داده شد و بالاترین سینرزیس مربوط به نمونه ۰/۸ درصد کفیران بود . نمونه شاهد پرچرب به دلیل واکنش بین گلبول-های چربی و شبکه ژلی در ماست دارای سینرزیس کمتری نسبت به دو شاهد دیگر (بدون چربی و کم چرب) داشت(Paseephol *et al*., 2008) Early, (1998). مقادیر بالای ۰/۵ درصد پایدارکننده را به ماست اضافه کرد و مشاهده کرد که این مقدار بافت لاستیکی به ماست می‌بخشد، ضمن آنکه ممکن است باعث بد طعمی نیز بشود. این موضوع با تیمار ۰/۸ درصد کفیران مطابقت داشت و سینرزیس بالاتری نسبت به تیمارهای دیگر حتی ماست بدون چربی داشت. همچنین زمان نگهداری تأثیر قابل توجهی بر میزان سینرزیس داشت، به طوری که در روز ۱۴ دوره نگهداری تمامی نمونه‌ها کمترین سینرزیس را داشتند. پژوهشگران دیگر نتایج مشابهی پس از افزودن بتا گلوکان Sahan *et al*. (2008) و اینولین Guven *et al*. (2005) به ماست گزارش کردند. روند کاهش سینرزیس نمونه‌ها را می توان به جذب آب آزاد ماست توسط پوره توت فرنگی مربوط دانستکه به دلیل انجام فعالیت اسمزی، آب میان بافتی را کاهش داده ودر نتیجه سینرزیس نیز کاهش می‌یابد. با توجه به هیدرولیز و هضم پروتئین های محصول توسط میکروارگانیسم‌ها با افزایش زمان نگهداری، میزان آب اندازی ماست توت فرنگی افزایش می‌یابد چرا که پروتئین‌های عامل بافت مطلوب، خاصیت خود را از دست داده و پیوند آنها با آب گسسته می‌شود (Zekai, 2003).



شکل ۱. تغییرات سینرزیس تیمارها در طی نگهداری

آزمون رئولوژیکی

روبش فرکانس

این آزمون، اطلاعات مفیدی در مورد نوع ساختار شبکه ارائه می‌دهد. بنابراین برای آزمون روبش فرکانس، یک کرنش ثابت ۰/۱ درصد در محدوده فرکانس ۱۶Hz-۰/۰۱ اعمال شد. نتایج به دست آمده خاصیت یک ماده ویسکوالاستیک را نشان می‌دهد این نتایج با یافته‌های Piermaria et al. (2007) مطابقت دارد.

با برازش مدل توان ($G'=a\omega^b$) به نتایج به دست آمده از تست روبش فرکانس، می توان مقادیر عدد a (نشانه استحکام بافت) و b(نوع ساختار) را محاسبه کرد. مقادیر کم b نشانه ژل الاستیک است. مقادیر b=0 نشان دهنده ساختار ژل جامد است. اگرb نزدیک به ۱ باشد، نشان دهنده ساختار ژل ویسکوز است. مقادیر محاسبه شده a و b در نمونه‌های مختلف حاصل از تست روبش فرکانس در جدول ۲ آمده است. با افزایش کفیران (خصوصا در غلظت ۰/۸٪)، مقدار a زیاد شده که بیانگر افزایش استحکام بافت ماست است و مقدار b کاهش یافت که بیانگر افزایش برهمکنش‌های غیرکووالان در اثر حضور مقادیر بیشتر کفیران است. همچنین تحقیقاتRimada (2006) این موضوع را تأئید می‌کند. آنها بیان کردند که در غلظت‌های بالاتر از ۰/۵ درصد، با افزایش غلظت کفیران در شیر اسیدی شده توسط گلوکونودلتا لاکتون، ساختار ژل ضعیف تر و سینرزیس بیشتری را نشان می‌دهند.

جدول ۲. پارامترهای a و b در مدل توان در تیمارهای مختلف برای تعیین تست روبش فرکانس در کرنش ۰/۱٪* با دمای ۱۰ درجه سانتیگراد در سطح ($p<0/05$)

تیمارها *** /پارامتر	a*	b**
کفیران ۰/۲ درصد	۲۰۹/۷۸^{b}	۰/۱۱^{b}
کفیران ۰/۵ درصد	۲۳۵/۰۰^{b}	۰/۱۳^{c}
کفیران ۰/۸ درصد	۳۴۱/۷۷^{c}	۰/۰۸^{a}
شاهد بدون چربی	۱۰۸/۶۴^{a}	۰/۱۰^{b}
شاهد کم چرب	۱۱۵/۶۳^{a}	۰/۱۱^{b}
شاهد پر چرب	۱۹۸/۹۸^{b}	۰/۱۱^{b}

*استحکام بافت، ** نوع ساختار

***حروف مشابه نشانگر عدم معنی دار بودن است ($p>0/05$)

باکتری‌های اسید لاکتیک

کشت میکروبی نمونه‌های ماست هم زده توت فرنگی حاوی کفیران و نمونه‌های شاهد در طی روزهای ۱،۷،۱۴،۲۱،۲۸ نگهداری نشان داد که باکتری‌های اسید لاکتیک از روز اول تا هفتم، روند افزایشی دارند و از روز چهاردهم به بعد دارای روند کاهش می‌باشند (جدول۳). تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک در روز هفتم به 10^{8} میکروارگانیسم می‌رسد و بعد از ۲۸ روز به 10^{6} می‌رسد. Aryana *et al.* (2007) در بررسی لاکتیک اسید باکتری‌ها در ماست نشان دادند که با افزایش ماندگاری تعداد باکتری‌ها کاهش می‌یابد.

کپک و مخمر

محیط کشت PDA همراه با کلرامفنیکل برای کشت کپک و مخمر استفاده می‌شود. در بررسی آلودگی کپکی و مخمر نمونه‌های تهیه شده از ماست‌های هم زده توت‌فرنگی، اولین مخمرها در روز هفتم نگهداری در نمونه‌های شاهد مشاهده شد، تیمار حاوی ۰/۲و۰/۵ درصد کفیران، ظهور اولین کپک و مخمر در روز ۱۴ مشاهده شد و تیمار حاوی ۰/۸ درصد، اولین کپک و مخمر در روز ۲۱ مشاهده گردید. بنابراین می‌توان بیان داشت که اگزو پلی‌ساکارید کفیران می‌تواند نقش مهمی در کاهش رشد میکروارگانیزم‌های کپک و مخمر ماست داشته باشد. تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که اگزو پلی‌ساکارید کفیران دارای خواص مختلفی نظیر خواص دارویی، ضد سرطانی، ضد باکتریایی و ضد قارچی است (Rodrigues *et al*., 2005 ;Ninane *et al*., 2005).

ارزیابی حسی

در جدول ۴ خواص حسی (طعم، احساس دهانی، ظاهر، احساس غیر دهانی) نمونه‌های ماست آمده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس جدول ۵ نشان می‌دهد که بین تیمارهای مختلف، از نظر طعم، احساس دهانی واحساس غیردهانی اختلاف وجود دارد ($p<0/05$) به طوری بیشترین طعم، احساس دهانی و احساس غیر دهانی در تیمار کفیران ۰/۵ درصد به مقدار ۴ و کمترین مقدار آنها در تیمار کفیران ۰/۸ درصد به ترتیب مقدار ۲/۶۶، ۲/۳۳، ۲/۶ می‌باشد. جدول ۵ نشان می‌دهد که بیشترین امتیاز از لحاظ ظاهر مربوط به تیمارهای ۰/۲ و ۰/۵ درصد کفیران به مقدار ۴ می‌باشد و کمترین امتیاز مربوط به تیمار ۰/۸ درصد به مقدار ۱/۳۳ می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس پذیرش کلی جدول۵ نشان داد که بین تیمارها، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد ($p<0/05$). بیشترین مقدار پذیرش کلی در تیمار کفیران ۰/۵ درصد به مقدار۵۰ واحد (خیلی خوب) و کمترین مقدار آن در تیمار کفیران ۰/۸ درصد به مقدار ۲۸/۹ واحد (غیرقابل قبول) است.

هیدروکلوئیدها اغلب به دلیل افزایش گرانروی و واکنش با کازئین در ایجاد بافت مناسب کمک می‌کنند، ولی چون همیشه طعم ناخوشایند حاصل از آنها یک عامل محدود کننده است، بنابراین انتخاب سطح مناسبی از هیدروکلوئیدها از عوامل مهم در تولید فراورده‌های تخمیری شیر محسوب می‌وند (Gallardo- Escamihha *et al*., 2007).

جدول ۳. تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک در تیمارها در ۲۸ روز نگهداری (۱-شاهد بدون چربی، ۲- شاهد کم چرب، ۳- شاهد پرچرب، ۴- نمونه حاوی ۰/۲ درصد کفیران، ۵- نمونه حاوی ۰/۵ درصد کفیران، ۶- نمونه حاوی ۰/۸ درصد کفیران)

تیمارها*/روز	٪۰/۵F[1]	٪۱/۵F[2]	٪۳F[3]	٪۰/۲K[4]	٪۰/۵K[5]	٪۰/۸K[6]
۱	۵×۱۰^{۷a}	$۴/۵\times۱۰^{۷a}$	$۵/۱\times۱۰^{۷a}$	$۴/۷\times۱۰^{۷a}$	$۴/۵\times۱۰^{۷a}$	$۵/۲\times۱۰^{۷a}$
۷	۸×۱۰^{۸a}	۷×۱۰^{۸a}	$۷/۲\times۱۰^{۸a}$	$۸/۱\times۱۰^{۸a}$	۸×۱۰^{۸a}	$۸/۵\times۱۰^{۸a}$
۱۴	۴×۱۰^{۷a}	۴×۱۰^{۷a}	$۴/۶\times۱۰^{۷a}$	$۴/۴\times۱۰^{۷a}$	۴×۱۰^{۷a}	$۳/۵\times۱۰^{۷a}$
۲۱	۲×۱۰^{۷a}	$۲/۵\times۱۰^{۷a}$	$۲/۴\times۱۰^{۷a}$	۳×۱۰^{۷a}	$۳/۲\times۱۰^{۷a}$	۳×۱۰^{۷a}
۲۸	۳×۱۰^{۶a}	$۳/۶\times۱۰^{۶a}$	$۳/۱\times۱۰^{۶a}$	$۳/۶\times۱۰^{۶a}$	$۳/۵\times۱۰^{۶a}$	۳×۱۰^{۶a}

*مقایسه میانگین تیمارها در روز انجام شده است.

جدول ۴ . آنالیز حسی تیمارها

تیمار*	طعم	احساس دهانی	ظاهر	احساس غیردهانی	پذیرش کلی
کفیران ۰/۲ درصد	۴/۰±۰/۱[a]	۴/۰±۰/۱[a]	۴/۰±۰/۱[a]	۳/۰±۰/۱[b]	۴۹/۰±۰/۱[b]
کفیران ۰/۵ درصد	۴/۰±۰/۱[a]	۴/۰±۰/۱[a]	۴/۰±۰/۱[a]	۴/۰±۰/۱[a]	۵۰/۰±۰/۱[a]
کفیران ۰/۸ درصد	۲/۶۶±۰/۱[d]	۲/۳۳±۰/۶[d]	۱/۳۳±۰/۶[d]	۲/۶±۰/۵[d]	۲۹/۳±۰/۱[f]
شاهد بدون چربی	۳/۰±۰/۱[c]	۳/۳۰±۰/۱[c]	۲/۰±۰/۱[c]	۳/۰±۰/۱[c]	۳۶/۶±۰/۱[e]
شاهد کم چرب	۳/۶±۰/۱[b]	۳/۶±۰/۱[b]	۳/۰±۰/۱[b]	۳/۰±۰/۱[c]	۴۳/۲±۰/۲[d]
شاهد پرچرب	۴/۰±۰/۱[a]	۳/۹±۰/۱[ab]	۳/۰±۰/۱[b]	۴/۰±۰/۱[a]	۴۷/۶±۰/۲[c]

*حروف مشابه نشانگر عدم معنی‌دار بودن است (p>۰/۰۵)

نتیجه‌گیری

شواهد علمی نشان داده‌اند که بین مصرف چربی و بیماری‌های قلبی عروقی و فشارخون ارتباط نزدیکی وجود دارد، اخیرا تقاضای مردم نسبت به فراورده‌های غذایی کم چرب بیشتر شده است. به همین دلیل تولیدکنندگان به دنبال جایگزین چربی در محصولات غذایی هستند که بتواند خاصیت عملکردی چربی را در محصول تقلید کند. در این تحقیق از اگزو پلی‌ساکارید کفیران به عنوان جایگزین چربی در ماست هم زده میوه ای استفاده کردیم که با نتایج بدست آمده، کفیران می‌تواند بهترین جایگزین چربی در ماست هم زده میوه‌ای استفاده شود. نتایج حاصل از آزمون‌های مختلف نشان داد که کفیران اثر معنی‌داری بر روی اسیدیته ماست نداشت (p>۰/۰۵). در صورتیکه اگزو پلی‌ساکارید کفیران در سطح ۰/۵ درصد منجر به کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) در میزان سینرزیس در روز ۱۴ نگهداری شد. سطح ۰/۸درصد کفیران بالاترین درصد سینرزیس را داشت با توجه به غلظت بالای کفیران در پیوند بین پروتئین‌ها و پیوند بین پروتئین‌ها و میسل‌های کازئین اختلال به وجود می‌آورد و در نهایت نمی‌تواند آب را در خود محبوس کند درنهایت سینرزیس بالا می‌رود. افزایش غلظت کفیران به ماست میوه‌ای هم زده موجب افزایش معنی‌داری (P<۰/۰۵) در اندیس قوام شد بطوریکه سطح ۰/۸ درصد کفیران استحکام بافت بیشتری داشت، این سطح از کفیران ساختار ضعیفتری (b) نسبت به سایر نمونه‌ها داشت. همچنین بین افزودن کفیران و شمارش باکتری‌های اسیدلاکتیک در مدت نگهداری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (p>۰/۰۵). بطوریکه در تمامی نمونه‌ها روز هفتم نگهداری بالاترین درصد باکتری اسید لاکتیک را داشت و بعد از روز هفتم در تمامی نمونه‌ها کاهش باکتری اسید لاکتیک تا روز ۲۸ نگهداری بود. در نهایت اضافه کردن سطح ۰/۵ درصد کفیران به ماست میوه‌ای هم زده نسبت به سایر تیمارها دارای خواص حسی بهتر بوده، نتایج کلی نشان می‌دهد که سطح ۰/۵ درصد کفیران به عنوان سطح بهینه در ماست میوه‌ای هم زده انتخاب شد.

REFERENCES

Adapa, S., Dingeldein, H., Schmidt, K. A. & Herald, T. J. (2010). Rheological properties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers. *Journal of Dairy Science*, 43, 2224 –2223.

Amatayakul, T., Sherkat, F. & Shah, N. P. (2006). Syneresis in set yogurt as affected by EPS starter cultures and levels of solids. *International Journal of Dairy Technology*, 59, 216-221.

Aryana, K. J. & McGrew. P. (2007). Quality attributes of yogurt with Lactobacillus casei and various prebiotics. *LWT - Food Science and Technol*ogy, 40, 1808-1814.

Aziznia, S., Khosrowshahi, A., Madadlou, A. & Rahimi, J. (2008). Whey protein concentrate and

gum tragacanth as fat replacers in nonfat yogurt: Chemical, physical, and microstructural properties. *Journal of Dairy Science*, 91, 2545-2552.

Cheirslip, B., Shimizu, H., & Shioya, S. (2006). Kinetic modelling of kefiran production in mixed culture of lactobacillus kefiranofaciens and Sacchromycescervisiae. *Process Biochemistry*, 42, 570-579.

Cheng, L. H., Lim, B. L., Chow, K. H., Chong, S. M. & Chang, Y. C. (2008). Using fish gelatin and pectin to make a low-fat spread. *Food Hydrocolloids*, 22, 1637-1640.

Early, R. (1992). *The Technology of Dairy Products*. London: VCH Pub.

El-Seyed, E. M., Abd El-Gawad, I. A., Murad, H. A. & Salah, S. H. (2002). Utilization of laboratory produced xanthan gum in the manufacture of yogurt and soy yoghurt, *European Food Research and Technology*, 215, 298–304.

Gallardo-Escamilla, F. J., Kelly, A. L., & Delahunty, C. M. (2007). Mouthfeel and flavor of fermented whey with added hydrocolloids. *International Dairy Journal*, 17, 308-315.

Guven, M., Yasar, K., Karaca, O. B. & Hayaloglu, A. A. (2005). The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 58, 180–184**.**

Hui, Y. H. (1993). *Dairy Science and Technology Handbook*. New York: VCH publishers.

Laws, A. P., Marshall, V. M. (2001). The relevance of exopolysaccharides to the rheological properties in milk fermented with ropy Strains of lactic acid bacteria. *International Dairy Journal*, 11, 709-721.

Lucey, J. A. (2002). Formation and physical properties of milk protein gels. *Journal of Dairy Science*, 85, 281-294.

Ghasemloua, M., Khodaiyan, F., Jahanbin, K., Gharibzahedia, S. M. T. & Taheri, S. (2012). Structural investigation and response surface optimisation for improvementofkefiran production yield from a low-cost culture medium. *Journal of Dairy Scienc*, 95, 381-394.

Mitsue, T., Tachibana, K., Hara, T. & Fujio, Y. (1999). Isolation of kefiran-producing lactic acid bacteria from kefir grain and improvement of kefiran productivity. *Seibutsu Kagaku*, 76, 447–450.

Mortazavi, A., Kashaninejad, M. & Ziaolhagh, H. (2003). Food microbiology. *Ferdowsi University Press*. 685p. (In Farsi).

Ninane, V., Berben, G., Romne, J. M. & Oger, R. (2005). Variability of the microbial abundance of kefir grain starter cultivated in partially controlled conditions. *Biotechnology Agronomy Society Environment*, 9, 191-194.

Paseephol, T., Small, D. & Sherkt, F. (2008), Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition, *Journal of Texture Studies*, (39), 617–634.

Piermaria, J. A., Pinotti, A., Garcia, M. A. & Abraham, A. G. (2009). Films based on kefiran, an exopolysaccharide obtained from kefir grain: Development and char- acterization. *Food Hydrocolloids*, 23, 684–690.

Rodrigues, K. L., Caputo, L. R., Carvalho, J. C.,Evangelista, J. & Schneedorf, J. M. (2005). Antimicrobial and healing activity of kefir and kefiran extract. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 25, 404-408.

Sahan, N., Yasar, K. & Hayaloglu, A. A, (2008). Physical, chemical and flavor quality of non-fat yogurt as affected by a b-glucanhydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids*, 22, 1291–1297.

Sandoval-Castilla, O., Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E. & Vernon-Carter, E. J. (2004). Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *International Dairy Journal*, 14, 151–159.

Torino, M. I., Taranto, M. P., Sesma, F., & de Valdez, G. (2001). Heterofermentative pattern and exopolysaccharide production by Lactobacillushelveticus ATCC 18507 in response to environment pH. *Journal of Applied Microbiology*, 91, 846-852.

Trachoo, N. & Mistry, V. V. (1998). Application of ultrafiltered sweet buttermilk and sweet buttermilk powder in the manufacture of non-fat and low-fat yogurts. *Journal of Dairy Science*, 81, 3163–3171.

Zekai, T. & Erdogan, K. (2003). Physical, Chemical,Microbiological l and Sensory Characteristics of Some Fruit-Flavored Yoghurt. *YYU Vet Fak Derg*, 14, 10-14.