

بهینه‌سازی فرمولاسیون ماست میوه‌ای و بررسی کیفیت آن در طی زمان نگهداری

*نقیسه واحدی^۱، مصطفی مظاهری‌تهرانی^۲ و فخری شهیدی^۳

^۱دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد، ^۲استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد،

^۳استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۲/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۸/۱۱

چکیده

در این پژوهش، اثر افزودن فرآورده‌های میوه‌ای حاصل از فرآیند آب‌گیری اسمزی-انجمادی بر ویژگی‌های حسی، فیزیکی، شیمیایی و میکروبیولوژیکی ماست معمولی و تغییرات آن در طی دوره نگهداری بررسی شده است. این پژوهش در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول، درصد، نوع و شکل میوه و نحوه افزودن آن (قبل و بعد از تخمیر) بررسی شد و نتایج نشان داد که در شرایط افزودن میوه پس از تخمیر محصول بهتری تولید می‌شود و در مورد درصد میوه، برای سیب ۱۰ درصد و برای توت‌فرنگی ۱۳ درصد در نظر گرفته شد. به دلیل بالاتر بودن فعالیت اسمزی سیب مقدار سینرزیس در نمونه‌های حاوی سیب کمتر بود. با توجه به انجام عمل اسمزی در هر دو نوع میوه، مقدار سینرزیس در مقایسه با ماست‌های حاوی میوه‌های فرآیند نشده بسیار پایین‌تر بود. نمونه‌های حاوی توت‌فرنگی امتیاز طعم بالاتری را به خود اختصاص دادند و از نظر بافت و احساس دهانی نیز در درصد‌های بالاتر میوه امتیاز بیشتری داشتند. نتایج حاصل از آزمایش‌های مرحله دوم (بررسی تغییرات در طی دوره نگهداری) نشان دادند که نگهداری اثر معنی‌داری بر pH، اسیدیته، سینرزیس، طعم و بافت نمونه‌ها داشت ($P < 0.05$). نمونه‌های حاوی سیب فاقد کپک و مخمر بودند و کلی فرم‌های موجود در آنها نیز پس از روز هفتم به صفر رسیدند. در نمونه‌های حاوی توت‌فرنگی، رشد مخمرها مشاهده شد و در مورد کلی فرم‌ها نیز پس از روز هفتم دیگر هیچ کلی فرمی در محیط رشد نمود.

واژه‌های کلیدی: ماست میوه‌ای، فرآیند آب‌گیری اسمزی-انجماد، ویژگی‌های حسی، فیزیکی و شیمیایی، کیفیت میکروبی، نگهداری

مقدمه

پروبیوتیک و یا باکتری‌های پروبیوتیک به دلیل اثرات زیست فعال مثبت توسط متخصصان تغذیه مورد توجه می‌باشد. ماست ساده معمولی از طریق افزودن باکتری‌های لاکتیکی که تخمیر لاکتیکی را تشدید می‌کنند تهیه می‌شود (کوینسون، ۲۰۰۵).

ماست شیر تخمیرشده‌ای است که در سراسر جهان مصرف می‌شود. این فرآورده غذایی، به دلیل کاهش میزان لاکتوز و حاوی غلظت بالای Ca^{2+} که ارزش غذایی بالایی دارد همچنین در فرآورده‌های حاوی ترکیبات

به خود اختصاص داده‌اند. سایر انواع ماست مصرفی شامل ماست ساده، ماست هم‌نزده و ماست‌های با ماندگاری بالا می‌باشند (ارلی، ۱۹۹۲). افزودن میوه تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر شمارش کلی باکتری و کلی‌فرم ماست ندارد. همچنین گزارش شده است که ماست‌های میوه‌ای که با استفاده از ماست یک‌روزه به‌عنوان کشت آغازگر تهیه می‌شوند، می‌توانند بدون این‌که طعم مطلوب خود را از دست بدهند، تا بیشتر از ۷ روز نگهداری شوند (زکای و اردوغان، ۲۰۰۳).

براساس استاندارد شماره ۴۰۴۶ ایران ماست میوه‌ای عبارت است از فرآورده‌ای که با افزودن انواع میوه‌ها و نکتار آنها، انواع مربا، مارمالاد، ژله میوه‌ها، آب‌میوه‌ها، شربت میوه‌ها و آب‌میوه‌های تغلیظ شده به ماست یا شیر پاستوریزه مایه‌زده به‌دست می‌آید.

افزودن میوه‌های قرارگرفته تحت فرآیند آب‌گیری اسمزی - انجمادی به ماست تنها توسط تورجیانی (۱۹۹۵) انجام شده که قطعات زردآلو و هلوی آب‌گیری اسمزی را در تولید ماست میوه‌ای به‌کار بردند تا مانع از جداسازی سرم شیر از طریق میزان کنترل شده‌ای از جذب رطوبت توسط تکه‌های میوه نسبتاً خشک شوند.

زکای و اردوغان (۲۰۰۳) با بررسی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، میکروبیولوژیکی و حسی چند نوع ماست طعم‌دار نتیجه گرفتند که ماس انگور و گیلاس امتیازات طعم بیشتری را نسبت به دیگر مواد طعم‌دهنده به‌خود اختصاص می‌دهند.

هدف از این پژوهش، ارزیابی اثر افزودن فرآورده‌های میوه‌ای بر ویژگی‌های حسی، فیزیکی، شیمیایی و میکروبیولوژیکی ماست میوه‌ای و بررسی تغییرات این محصول در طی دوره نگهداری و در نهایت ایجاد تنوع در فرآورده‌های لبنی بود.

ماست شناخته‌شده‌ترین فرآورده تخمیری شیر، بوده و مقبولیت بیشتری در دنیا دارد. قوام، طعم و مزه ماست از یک منطقه به منطقه دیگر متفاوت است. در یک مکان حالت سفت با ویسکوزیته بالا و در جای دیگر قوام ژله‌ای و نرم آن را می‌پسندند. ماست به‌صورت منجمد و به‌عنوان دسر و یا به‌صورت نوشیدنی در بازارهای دنیا عرضه می‌گردد. مزه و طعم ماست از سایر فرآورده‌های اسیدی‌شده شیر متفاوت بوده و مواد فرار و معطر آن شامل مقدار کمی اسیداستیک و استالدهید است (کریم، ۲۰۰۱).

یک پیشرفت جدید در فرآوری میوه‌ها، استفاده از فرآیند "آب‌گیری اسمزی - انجمادی"^۱ است که شامل تیمار اسمزی در محلول شکر، خشک‌کردن محدود با هوا برای کاهش aw و در پی آن انجماد است. میوه‌هایی که با استفاده از این تکنیک فرآیند می‌شوند نیازی به نگهدارنده‌ها نداشته عطر طعم و رنگ طبیعی خود را حفظ می‌کنند و بافت مطلوبی دارند. بنابراین وقتی چنین محصولاتی به ماست اضافه می‌شوند تمایل به جذب قسمتی از آب آزاد و یا پیوندنشده از ژل ماست را دارند. بنابراین به کاهش جداشدن آب محصول در طی نگهداری کمک می‌کنند. دانشمندان گزارش کرده‌اند که ویژگی‌های حسی و قوام ماستی که به آن قطعات هلو یا زردآلوی آب‌گیری‌شده با اسمز و انجماد با مقدار مواد جامد بالا اضافه شده است، به‌طور قابل ملاحظه‌ای بهبود می‌یابد (تمیم و رایبسون، ۱۹۹۹).

طبق آمارهای موجود، افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان بیشتر با تولید فرمولاسیون‌های جدید، مانند ماست بدون چربی، ماست خامه‌ای، ماست زده‌شده^۲ ماست ارگانیک و بسته‌بندی‌های جدید (نظیر تیوب‌های ماستی) بوده است (ریوا و همکاران، ۲۰۰۵). ماست میوه‌ای هم‌زده همراه با ماست‌های لوکس و کم‌چربی^۳ هنوز مشهورترین نوع ماست می‌باشند و تقریباً ۷۰ درصد بازار انگلستان را

1- OsmodehydroFrozen
2- Stirred Yoghurt
3- Luxury and Low Fat Yoghurts

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده در این پژوهش شامل شیر پاستوریزه، کشت آغازگر، توت‌فرنگی، سیب، شکر، اسید اسکوربیک، اسید سیتریک، محیط کشت‌های PCA^۱، PDA^۲ و EMB^۳ و محلول سیلین جهت رقیق‌سازی نمونه‌ها برای کشت میکروبی بودند.

آماده‌سازی میوه‌ها: پس از تهیه و شستشوی سیب و توت‌فرنگی، میوه‌ها به قطعاتی با ابعاد تقریبی ۱×۱ سانتی‌متر تبدیل و مستقیماً در داخل شربت ساکارز با بریکس ۷۰ (دمای محیط) و حاوی ۰/۲ درصد اسیدسیتریک و ۱ درصد اسید اسکوربیک قرار گرفتند (رابرز و همکاران، ۱۹۹۷). بریکس مخلوط به‌طور مداوم اندازه‌گیری شده و در طی فرآیند در حدود ۷۰ درجه بریکس تنظیم گردید. زمان متوسطی که برای قرارگیری میوه‌ها در شربت در نظر گرفته شد حدود ۵ ساعت بود. سپس میوه‌ها از شربت خارج شده و به‌مدت ۵ ساعت روی پارچه صافی و در معرض هوا قرار گرفتند. پس از جداسازی کامل شربت، میوه‌های فرآوری‌شده در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد منجمد شده و تا زمان استفاده در فریزر نگهداری گردیدند. بلافاصله قبل از مصرف، میوه‌ها از فریزر خارج شده و قطعات سیب مستقیماً اضافه شدند اما قطعات توت‌فرنگی به نسبت ۳۰:۷۰ با شربت ساکارز با بریکس ۷۰ مخلوط شده و سپس مورد استفاده قرار گرفتند (۷۰: توت‌فرنگی و ۳۰: شربت).

تهیه ماست: برای تهیه ماست، شیر تا دمای ۹۲/۵±۲/۵ درجه سانتی‌گراد حرارت دیده و پس از سردشدن و رسیدن به دمای ۴۲ سانتی‌گراد مایه کشت به آن اضافه شد. نوع آغازگر مورد استفاده، DVS و با نام تجاری Lactina 36 بود که حاوی مخلوطی از باکتری‌های استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس است. در مورد نمونه‌هایی که میوه هم‌زمان با آغازگر به شیر اضافه می‌شد، میوه‌ها از قبل داخل ظروف موردنظر

توزین گردیده و سپس شیر تلقیح‌شده به داخل ظروف ریخته شد. اما در مورد نمونه‌هایی که میوه‌ها پس از رسیدن اسیدیته ماست به ۰/۸-۰/۷ به دلمه اضافه می‌شدند، فقط شیر تلقیح‌شده داخل ظروف ریخته شد. هر دو نوع نمونه برای طی مرحله تخمیر در انکوباتور ۴۳/۵±۱/۵ سانتی‌گراد قرار گرفتند. به‌محض رسیدن اسیدیته نمونه‌ها به ۱ (برحسب درصد اسیدلاکتیک) نمونه‌ها از انکوباتور خارج و در دمای ۴ سانتی‌گراد داخل یخچال قرار گرفتند.

تیمارهای مورد بررسی: درصد میوه در سه سطح (۷، ۱۰ و ۱۳ درصد)، افزودن میوه در دو زمان (هم‌زمان با آغازگر و پس از طی تخمیر و رسیدن به اسیدیته ۰/۸-۰/۷) و میوه در دو نوع (سیب و توت‌فرنگی) تیمارهای مورد بررسی در آزمایش‌های مرحله اول (بهینه‌سازی فرمولاسیون) بودند.

زمان نگهداری در ۶ سطح (۱، ۳، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز پس از تولید)، افزودن میوه در دو زمان (هم‌زمان با آغازگر و پس از طی تخمیر و رسیدن به اسیدیته ۰/۸-۰/۷) و میوه در دو نوع (سیب و توت‌فرنگی) تیمارهای مورد بررسی در مرحله دوم (نگهداری) بودند. **آزمون‌ها:** آزمون‌های انجام‌شده در حین تخمیر شامل اندازه‌گیری pH با استفاده از pH متر^۴ و اندازه‌گیری اسیدیته استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ بود.

آزمون‌های انجام شده روی محصول نیز شامل اندازه‌گیری pH، اندازه‌گیری اسیدیته و اندازه‌گیری میزان سینریزس بودند (استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲). میزان سینریزس نمونه‌های ماست، طبق روش پیشنهادی توسط آکادامانی و همکاران (۲۰۰۳) انجام گرفت. برای این منظور مقدار ۱۰ گرم نمونه روی کاغذ واتمن شماره ۱ گسترده و در داخل قیف بوخنر قرار گرفت. میزان سینریزس نمونه‌ها پس از فیلترکردن تحت خلاء به‌مدت ۷ دقیقه در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد از معادله زیر محاسبه شد:

- 1- Plate Count Agar
- 2- Potato Dextrose Agar
- 3- Eosine Methylene Blue

$$\text{وزن اولیه نمونه} - \text{وزن نمونه} = \text{آب خارج شده} \\ \times 100 = \frac{\text{پس از فیلتر کردن}}{\text{وزن اولیه نمونه}} \text{ (گرم/۱۰۰ گرم)}$$

در طی مرحله نگهداری نمونه‌ها برای بررسی حضور کپک و مخمر و کلی‌فرم‌ها و نیز انجام شمارش کلی مورد آنالیز میکروبی قرار گرفتند (مرتضوی و همکاران، ۲۰۰۳؛ مرتضوی و همکاران، ۱۹۹۳؛ پنی و همکاران، ۲۰۰۴ و ویلجوئن و همکاران، ۲۰۰۳). جهت انجام شمارش کلی از محیط کشت PCA، جهت بررسی حضور کپک و مخمر از محیط کشت PDA و جهت بررسی حضور کلی‌فرم‌ها از محیط کشت EMB استفاده شد. به‌منظور بررسی محیط‌های کشت از دستگاه Colony Counter استفاده گردید.

ارزیابی حسی نمونه‌های دسر لبنی با استفاده از آزمون هدونیک ۵ امتیازی انجام شد. نمونه‌های دسر لبنی از نظر طعم، بافت و احساس دهانی توسط پانلیست‌ها ارزیابی شدند.

طرح آماری: کلیه آزمایش‌ها به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفتند. آنالیز نتایج با نرم‌افزار Mstac، مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن (در سطح $\alpha=5$ درصد) و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

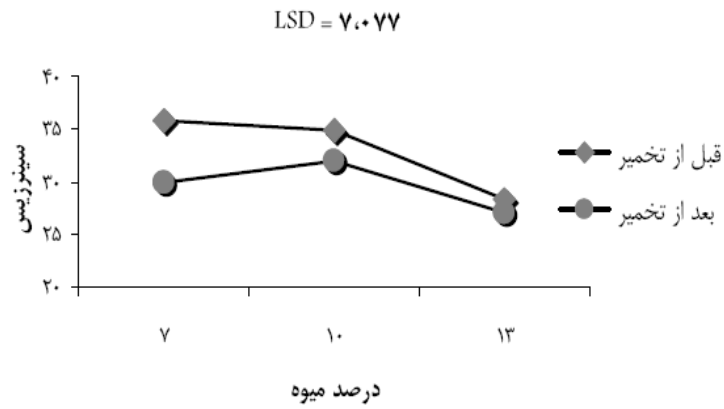
مرحله اول: بهینه‌سازی فرمولاسیون ماست میوه‌ای سینرزیس: در مورد نمونه‌های حاوی سیب، همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد، با افزایش درصد میوه، در هر دو حالت افزودن میوه، قبل و بعد از تخمیر، مقدار سینرزیس کاهش یافت. در کل، مقدار سینرزیس در شرایطی که میوه پس از تخمیر به ماست اضافه شد کمتر بود. با افزایش درصد میوه، عمل اسمز

بیشتر صورت گرفت و آب ماست جذب قطعات میوه شد، در نتیجه میزان سینرزیس ماست کاهش یافت. بافت سیب در مقایسه با توت‌فرنگی سفت‌تر است و آب بیشتری را از ماست جذب می‌کند و بنابراین سینرزیس بیشتر کاهش می‌دهد. تفاوت بین مقادیر سینرزیس نمونه‌ها معنی‌دار بوده است ($P < 0.05$).

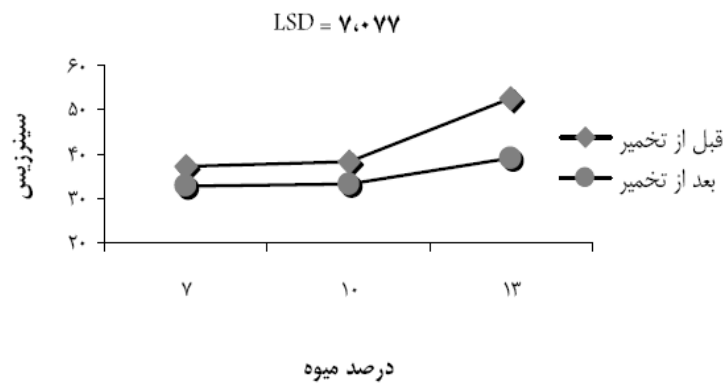
در مورد نمونه‌های حاوی توت‌فرنگی (شکل ۲)، با افزایش درصد میوه، در هر دو حالت افزودن میوه، مقدار سینرزیس افزایش یافت. به‌دلیل بالاتر بودن اسیدیته توت‌فرنگی، افزایش درصد میوه باعث افزایش اسیدیته شد و pH محصول کاهش یافت و فعالیت باکتری‌های آغازگر تحت‌تأثیر قرار گرفته و سینرزیس ماست افزایش نشان می‌دهد. تفاوت در میزان سینرزیس نمونه‌ها معنی‌دار است.

مطلوبیت بافت: همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، با افزایش درصد سیب در نمونه‌ها، مقدار امتیاز بافت در هر دو نوع نمونه افزایش یافت اما امتیاز بالاتر مربوط به نمونه‌هایی بود که میوه پس از تخمیر به ماست اضافه شد. تفاوت در امتیاز بافت نمونه‌ها معنی‌دار بود ($P < 0.05$).

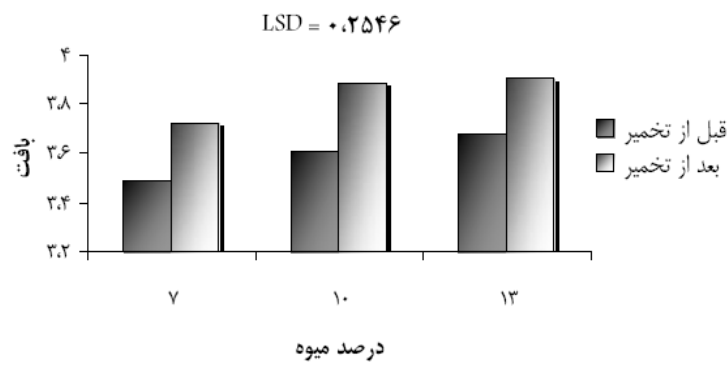
در ماست حاوی توت‌فرنگی، با افزایش درصد میوه، در هر دو حالت افزودن میوه، امتیاز بافت افزایش یافت. با توجه به شکل‌های ۳ و ۴، در کل، امتیاز بافت در نمونه‌هایی که میوه پس از تخمیر به ماست اضافه شد بیشتر از حالت دیگر بود. در حالت افزودن میوه پس از تخمیر، میوه پس از تشکیل دلمه به ماست اضافه شد و سپس محصول کاملاً هم زده شد و مجدداً در انکوباتور قرار گرفته تا ادامه تخمیر صورت بگیرد و این حالت شکل‌گیری مجدد دلمه بهبود بافت را به‌دنبال داشت. تفاوت در امتیاز بافت نمونه‌ها معنی‌دار بود ($P < 0.05$).



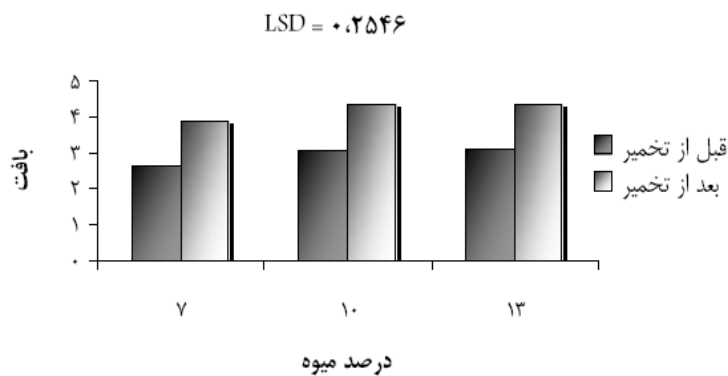
شکل ۱- اثر درصد و زمان افزودن سیب بر مقدار سینرزیس ماست میوه‌ای.



شکل ۲- اثر درصد و زمان افزودن توت‌فرنگی بر مقدار سینرزیس ماست میوه‌ای.



شکل ۳- اثر درصد و زمان افزودن سیب بر مطلوبیت بافت ماست میوه‌ای.



شکل ۴- اثر درصد و زمان افزودن توت‌فرنگی بر مطلوبیت بافت ماست میوه‌ای.

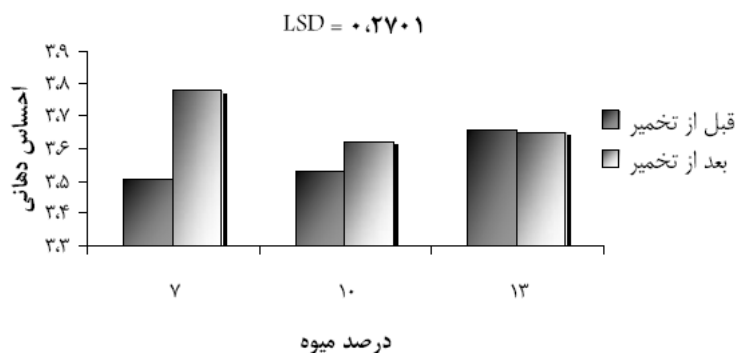
مطلوبیت احساس دهانی: همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، با افزایش درصد سیب، در شرایطی که میوه‌ها هم‌زمان با آغازگر به شیر اضافه شدند امتیاز احساس دهانی افزایش یافت. اما در مورد نمونه‌هایی که میوه پس از تخمیر به ماست اضافه شد، کمترین امتیاز مربوط به سطح ۱۰ درصد میوه و بیشترین امتیاز مربوط به سطح ۷ و ۱۳ درصد بود. نسبت قند به اسید ایجادشده در محیط، عامل عمده مؤثر بر این پارامتر بوده است. در سطح ۷ درصد میوه، علاوه بر متعادل‌تر بودن نسبت قند به اسید، کم‌بودن مقدار میوه موجود در نمونه نیز در افزایش مطلوبیت مؤثر بوده است؛ چرا که در نمونه‌های حاوی قطعات سیب، در برخی موارد، قطعات میوه از نظر پانلیست‌ها درشت بودند و این باعث کاهش مقبولیت می‌گردید. در کل، امتیاز مربوط به احساس دهانی نمونه‌هایی که میوه آنها پس از تخمیر به ماست اضافه شده

است بیشتر می‌باشد. تفاوت بین امتیاز احساس دهانی نمونه‌ها معنی‌دار بود ($P < 0.05$).

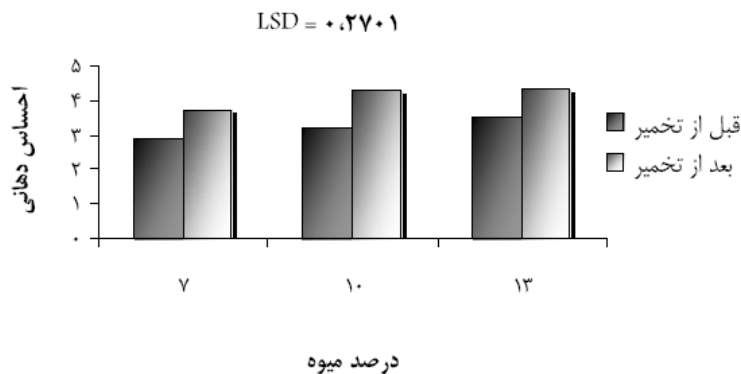
در نمونه‌های حاوی توت‌فرنگی، با افزایش درصد میوه، در هر دو حالت افزودن میوه، امتیاز احساس دهانی افزایش یافت (شکل ۶). در کل، امتیاز احساس دهانی در نمونه‌هایی که میوه پس از تخمیر به ماست اضافه شد بیشتر از حالت دیگر بود. تفاوت در امتیاز احساس دهانی نمونه‌ها معنی‌دار بود ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری مرحله اول: با توجه به نتایج حاصل از آزمون‌های مرحله اول، از بین کلیه نمونه‌ها ۲ نوع محصول جهت ارزیابی کیفیت در طی دوره نگهداری انتخاب گردیدند:

از نظر زمان افزودن میوه، شرایط افزودن میوه پس از تخمیر انتخاب شد که جهت سیب، مقدار میوه ۱۰ درصد و جهت توت‌فرنگی، ۱۳ درصد تعیین گردید.



شکل ۵- اثر درصد و زمان افزودن سیب بر مطلوبیت احساس دهانی ماست میوه‌ای.



شکل ۶- اثر درصد و زمان افزودن توت‌فرنگی بر مطلوبیت احساس دهانی ماست میوه‌ای.

مرحله دوم: بررسی تغییرات محصول در طی دوره نگهداری

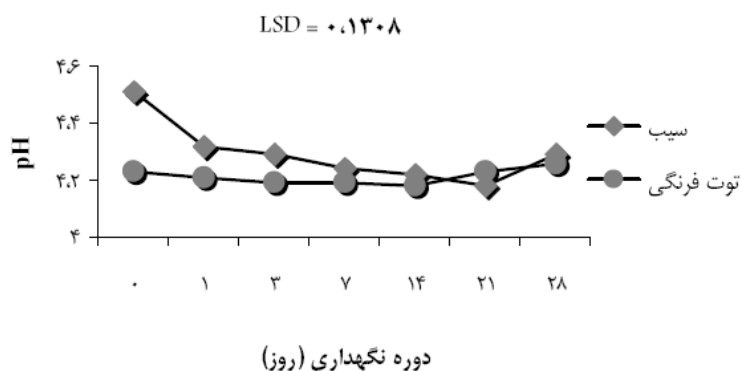
با گذشت زمان نگهداری از روز اول پس از تولید تا روز ۲۸ نگهداری، پارامترهای مورد نظر در ماست معمولی حاوی سیب و توت‌فرنگی، به صورت ذیل تغییر کردند:

pH و اسیدیته: همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، مقدار pH نمونه‌ها روند کاهشی نشان داد. در مورد نمونه‌های حاوی توت‌فرنگی، پس از روز ۱۴ و در مورد نمونه‌های حاوی سیب، پس از روز ۲۱، شاهد روند افزایشی pH نمونه‌ها بودیم. نگهداری اثر کاملاً معنی‌داری روی pH نمونه‌ها داشت ($P < 0/05$). اسیدیته نمونه‌ها از روز اول پس از تولید تا روز ۱۴ روند افزایشی داشت اما در بقیه دوره مقدار اسیدیته کاهش یافت (شکل ۸). نگهداری اثر معنی‌داری روی اسیدیته نمونه‌ها داشت ($P < 0/05$).

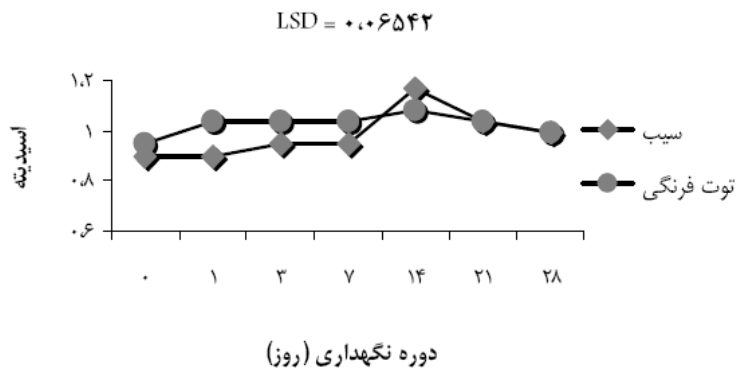
علت کاهش pH و افزایش اسیدیته را می‌توان به فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید یا مضر نسبت داد. میکروارگانیسم‌ها با مصرف قند و تولید اسیدهای آلی می‌توانند کاهش pH را به دنبال داشته باشند. با به پایان رسیدن منابع قندی، میکروارگانیسم‌ها پروتئین‌های موجود در محیط را مصرف کرده و این باعث افزایش pH

محصول می‌گردد. هم‌چنین میکروارگانیسم‌های موجود در محیط، اسیدهای آلی را مصرف کرده و این عامل نیز منجر به افزایش pH و کاهش اسیدیته محصول می‌گردد (مرتضوی و همکاران، ۲۰۰۳ و مرتضوی و همکاران، ۱۹۹۳).

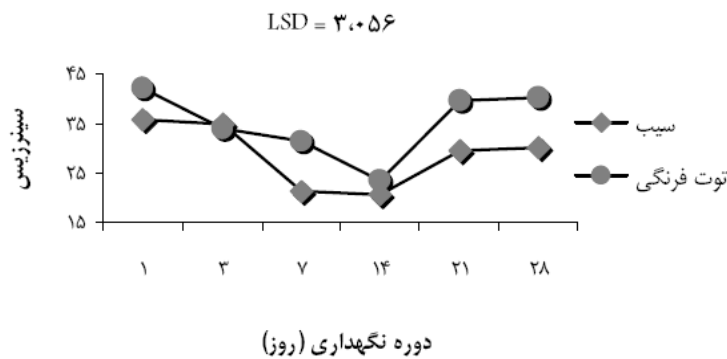
سینرژیس: همان‌طور که در شکل ۹ مشاهده می‌شود، مقدار سینرژیس نمونه‌ها در طول ۱۴ روز از دوره نگهداری کاهش یافت اما در روز ۲۱ مقدار آن کمی افزایش نشان داد و این روند تا روز ۲۸ نگهداری ادامه یافت. مقدار سینرژیس در کل دوره، پایین‌تر از سینرژیس در روز اول بود. روند کاهش سینرژیس نمونه‌ها را می‌توان به جذب آب آزاد ماست توسط تکه‌های میوه مربوط دانست که به دلیل انجام فعالیت اسمزی، آب میان‌بافتی را کاهش داده و در نتیجه سینرژیس نیز کاهش می‌یابد. با توجه به هیدرولیز و هضم پروتئین‌های محصول توسط میکروارگانیسم‌ها با افزایش زمان نگهداری، میزان آب‌اندازی ماست میوه‌ای افزایش می‌یابد چرا که پروتئین‌های عامل بافت مطلوب، خاصیت خود را از دست داده و پیوند آنها با آب گسسته می‌شود (زکای، ۲۰۰۳). نگهداری اثر معنی‌داری روی سینرژیس نمونه‌ها داشت ($P < 0/05$).



شکل ۷- اثر دوره نگهداری بر pH.



شکل ۸- اثر دوره نگهداری بر اسیدیته.



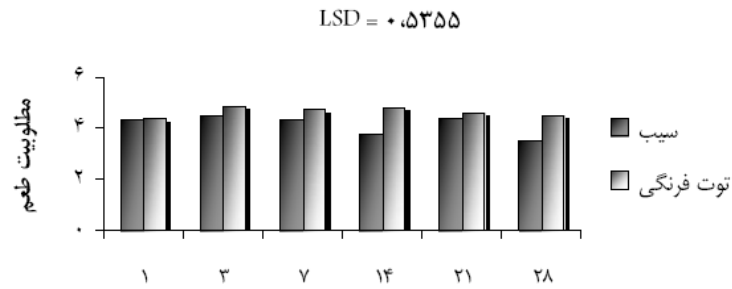
شکل ۹- اثر دوره نگهداری بر اسیدیته.

توت فرنگی مربوط به روز سوم بود (شکل ۱۱). نگهداری اثر معنی داری روی بافت نمونه‌ها داشت ($P < 0/05$). حضور پکتین در میوه‌ها می‌تواند به دلیل تشکیل ژل، باعث افزایش جذب آب و کاهش سینرزیس شود که قطعاً pH پایین‌تر در این امر موثرتر است. در توت فرنگی به دلیل کمتر بودن pH و شرایط اسیدی موجود، ژل سریع‌تر تشکیل شده و بافت مطلوب پس از ۳ روز حاصل شده است. در مورد سیب بافت مطلوب در روز ۷ ایجاد شد. این عوامل توانسته‌اند با کاهش سینرزیس، باعث بهبود بافت شوند.

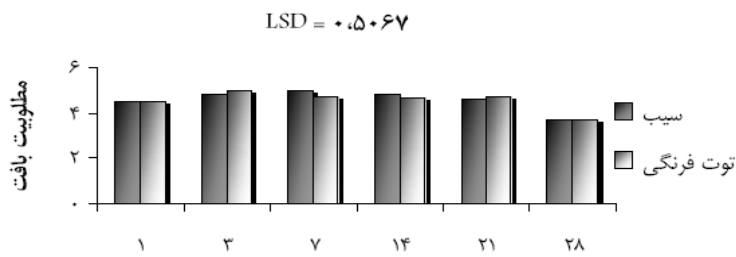
احساس دهانی: همان‌طور که در شکل ۱۲ مشاهده می‌شود، امتیاز احساس دهانی نمونه‌های حاوی سیب در روز سوم نگهداری دارای بالاترین حد خود و در مورد نمونه‌های حاوی توت فرنگی بالاترین امتیاز را در روز هفتم و به مقدار ۵ بود. نگهداری اثر معنی داری روی احساس دهانی نمونه‌ها نداشت.

طعم: همان‌طور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود، امتیاز طعم نمونه‌ها روند مشخصی نداشت. بیشترین امتیاز طعم در هر دو نوع نمونه مربوط به روز سوم نگهداری بود. با برقراری تعادل بین تکه‌های میوه و ماست و نیز ورود عوامل مولد عطر و آروما از میوه به ماست، امتیاز طعم نمونه‌ها افزایش می‌یابد (آویتابیل لوا و تورجیانی، ۲۰۰۲). نگهداری اثر معنی داری روی طعم نمونه‌ها داشت ($P < 0/05$). اگرچه خصوصیات محصول مورد نظر تا روز ۲۸ مورد ارزیابی واقع شد، اما با توجه به شرایط مشاهده شده در طی دوره نگهداری، بهترین زمان مصرف را تا ۱۴ روز می‌توان ذکر کرد و توضیح داده شده راجع به ورود مواد مولد عطر و طعم از میوه به ماست، بیشتر دربرگیرنده همان بازه زمانی ۲ هفته می‌باشد.

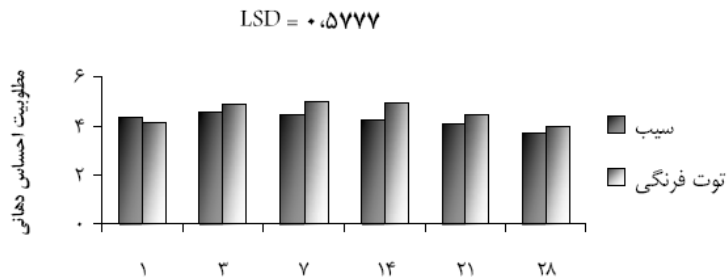
بافت: امتیاز بافت نمونه‌ها از روز اول تولید تا روز هفتم روند افزایشی نشان داد که بیشترین مقدار آن در نمونه حاوی سیب مربوط به روز هفتم و در مورد نمونه حاوی



شکل ۱۰- اثر دوره نگهداری بر مطلوبیت طعم.



شکل ۱۱- اثر دوره نگهداری بر مطلوبیت بافت.



شکل ۱۲- اثر دوره نگهداری بر مطلوبیت احساس دهانی.

PCA دارای پرگنه‌های ریز و سوزنی هستند که با توجه به آلودگی بسیار کم و در حد صفر محصول به دیگر انواع میکروارگانیسم‌ها، غالب پرگنه‌ها در محیط مربوط به LAB ها بودند که امکان تشخیص آنها را آسان‌تر می‌نمود. در روز هفتم نگهداری، ۲/۳ درصد از پرگنه‌های محیط مربوط به مخمرها بودند و تا پایان دوره نگهداری دیگر غیر از لاکتیک‌اسید باکتری‌ها، هیچ میکروارگانیسمی در محیط رشد ننمود.

در مورد نمونه‌های حاوی توت‌فرنگی، بالاترین تعداد میکروارگانیسم‌ها در محیط PCA در روز هفتم نگهداری

شمارش کلی: همان‌طور که در شکل ۱۳ مشاهده می‌شود، در مورد نمونه‌های حاوی سیب، شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها از روز اول تا هفتم، روند افزایشی نشان داد. تعداد میکروارگانیسم‌ها در روز ۱۴ کاهش شدیدی یافت اما مجدداً در روز ۲۱ افزایش تعداد میکروارگانیسم‌ها مشهود بود. در محیط کشت PCA در روزهای ۱ و ۳ فقط لاکتیک‌اسید باکتری‌ها رشد نمودند که البته توزیع بین استرپتوکوک‌ها و لاکتوباسیل‌ها متفاوت بود. شناسایی نوع میکروارگانیسم‌ها با بررسی دقیق پرگنه‌ها انجام شد. اسید لاکتیک باکتری‌ها تنها روی محیط

مشاهده شد. توزیع میکروارگانیسم‌ها در محیط به این صورت بود: در روز سوم نگهداری در حدود ۰/۰۰۱ درصد از پرگنه‌های محیط مختص به مخمرها بود که این تعداد در روز هفتم تا حد ۰/۰۷ درصد افزایش یافت (پرگنه‌ها توسط دستگاه Colony Counter شمارش شدند و با توجه به شمارش صورت گرفته، تعیین نسبت مخمر و LAB به راحتی امکان‌پذیر بود؛ چرا که همان‌طور که گفته شد غالب پرگنه‌های محیط مربوط به LABها بودند). در روز ۱۴ هیچ مخمری در محیط رشد نکرد و فقط لاکتیک‌اسید باکتری‌ها در محیط رشد کرده بودند. اما مجدداً در روز ۲۱ نگهداری حدود ۱/۱۱ درصد پرگنه مخمر در محیط رشد نمود. تعداد پرگنه مخمر در روز ۲۸ به صفر رسید. عدم فعالیت مخمرها در روزهای اول نگهداری را می‌توان این‌گونه توجیه نمود که مخمرها به فرم اسپوری خود بوده‌اند و پس از سازگاری با محیط به فرم رویشی درآمده‌اند. اگر میکروارگانیسم به فرم اسپوری خود باشد قادر به رشد در محیط کشت نخواهد بود و پس از انجام تطبیق با محیط و ورود به مرحله جوانه‌زدن یا دیگر روش‌های تکثیر، شروع به رشد و تکثیر می‌نماید. شرایط اسپوری میکروارگانیسم حالت خفته آن محسوب می‌شود که در این حالت میکروارگانیسم فاقد هرگونه فعالیت حیاتی است. مخمرها از طریق جوانه‌زدن تکثیر می‌نمایند که پس از وارد شدن به فاز تکثیر، شاهد افزایش فعالیت آنها در محیط بوده‌ایم. پس از رسیدن به حداکثر رشد، در روز ۱۴ رشد مخمرها متوقف شده و مجدداً در روز ۲۱ نگهداری، اسپورهای باقی‌مانده در محیط با انجام تطبیق، شروع به جوانه‌زنی و تکثیر در محیط می‌نمایند. کم‌بودن میکروارگانیسم‌های رقیب در محیط را نیز می‌توان عامل افزایش رشد مخمرها دانست.

کپک و مخمر: محیط کشت PDA همراه با کلرامفنیکل مخصوص کپک و مخمرهاست. در کشت‌های تهیه‌شده از نمونه‌های حاوی سیب روی محیط PDA در طی دوره نگهداری هیچ پرگنه‌ای رشد نکرد. عدم رشد مخمر در این محیط با وجود این‌که شاهد رشد مخمرها در محیط PCA بودیم را می‌توان به این امر مربوط دانست که ممکن است در مقدار نمونه‌ای که جهت کشت در محیط

PDA، مورد استفاده قرار گرفته هیچ مخمری وجود نداشته است. در کشت‌های تهیه‌شده از ماست حاوی توت‌فرنگی (شکل ۱۴)، تعداد کپک و مخمر نمونه‌ها تا روز هفتم نگهداری روند افزایشی داشت اما در روز ۱۴، ۲۱ و ۲۸ نگهداری هیچ پرگنه‌ای در محیط PDA رشد نکرد. عدم رشد مخمر در محیط PDA در روز ۲۱ بررغم حضور مخمر فراوان در محیط PCA را می‌توان به حضور نداشتن سلول مخمر در نمونه‌ای که جهت کشت وارد محیط PDA شده نسبت داد.

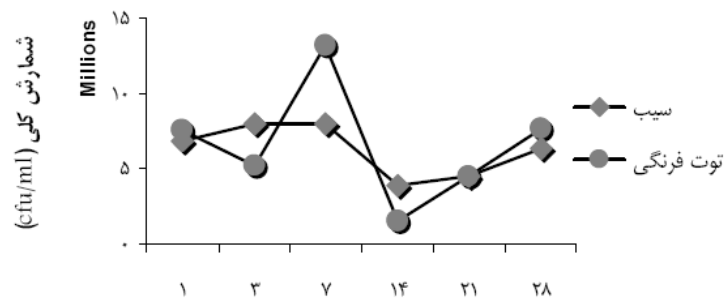
کلی‌فرم‌ها: همان‌طور که در شکل ۱۵ مشاهده می‌شود، در ماست میوه‌ای حاوی سیب، کلی‌فرم‌ها در روزهای ۱ و ۳ نگهداری در حد کمی رشد داشتند که بیشترین آنها در روز اول نگهداری و برابر با ۸۰۰ cfu/ml بود. از روز سوم به بعد کلی‌فرم‌ها حذف شدند. علت این امر را می‌توان در این موضوع دانست که با کاهش pH نمونه‌ها و نیز نگهداری در یخچال، شرایط برای رشد کلی‌فرم‌ها نامساعد شده و این میکروارگانیسم‌ها از محیط حذف خواهند شد. کلی‌فرم‌ها برای فعالیت مناسب نیاز به دمای ۴-۷ درجه سانتی‌گراد و pH اولیه حداقل ۴/۵-۴/۴ دارند و اگر شرایط محیط خارج از این محدوده باشد، دیگر کلی‌فرم‌ها نمی‌توانند رشد کنند. رقابت با لاکتیک‌اسید باکتری‌ها نیز شرایط را برای فعالیت کلی‌فرم‌ها مشکل‌تر ساخته و این دسته از میکروارگانیسم‌ها تحت تأثیر اسید لاکتیک تولید شده توسط لاکتیک‌اسید باکتری‌ها غیرفعال می‌گردند (مرتضوی و همکاران، ۲۰۰۳؛ مرتضوی و همکاران، ۱۹۹۳).

در نمونه‌های حاوی توت‌فرنگی، کلی‌فرم‌ها در روزهای ۱، ۳، ۷ و ۱۴ نگهداری در محیط EMB رشد کردند که میزان کلی‌فرم‌ها در روز ۷ و ۱۴ ثابت بود. در روز ۲۱ و ۲۸ نگهداری هیچ کلی‌فرمی در محیط EMB رشد نکرد. در روز ۷ نگهداری ۱۴ کپک در محیط EMB رشد کردند که احتمالاً از نوع آسپرژیلوس بودند. این کپک‌ها می‌توانند منشاء ثانویه داشته و از هوا وارد محیط کشت شده باشند چون در محیط PDA هیچ کپکی رشد ننموده بود.

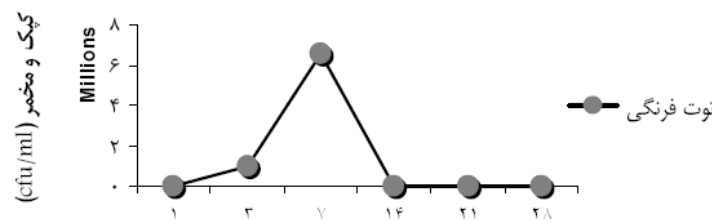
نتیجه‌گیری کلی

- استفاده از تکنیک آب‌گیری اسمزی قبل از انجماد، باعث بهبود بافت شده و به‌عنوان یک تکنیک جدید جهت تولید محصولات حاوی میوه با کیفیت بالا می‌باشد.
- پذیرش حسی بالاتر ماست حاوی این میوه‌ها به دلیل افزایش قابل ملاحظه غلظت ماست حاصل، کاهش آب‌اندازی و نیز بهبود رنگ این محصولات است.
- افزایش سطح افزودن فرآورده میوه‌ای، امتیاز طعم محصولات را افزایش می‌دهد.
- با افزایش رشد مخمرها در محیط شاهد کاهش تعداد لاکتیک‌اسید باکتری‌های فعال هستیم.

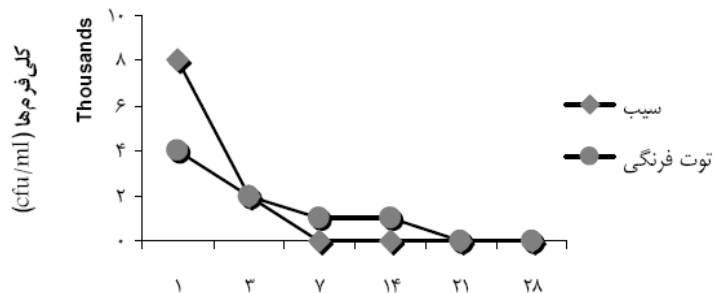
- تکنیک "آب‌گیری اسمزی- انجماد" روشی مطلوب جهت تولید ماست‌های میوه‌ای می‌باشد و از لحاظ تغییرات فیزیکی و شیمیایی کمترین تغییرات را در ماست‌های حاصل در طی دوره نگهداری داریم.
- ماست حاوی قطعات توت‌فرنگی در مقایسه با ماست حاوی سیب، پذیرش حسی بالاتری را در بین پانلیست‌ها داشت که به دلیل هماهنگ بودن طعم و آرومای توت‌فرنگی با فرآورده‌های لبنی است.



شکل ۱۳- اثر دوره نگهداری بر شمارش کلی.
دوره نگهداری (روز)



شکل ۱۴- اثر دوره نگهداری بر تعداد کپک و مخمر.
دوره نگهداری (روز)



شکل ۱۵- اثر دوره نگهداری بر تعداد کلی فرم‌ها.
دوره نگهداری (روز)

منابع

1. Al-Kadamany, E., Khattar, M., Haddad, T., and Toufeili, I. 2003. Estimation of shelf life of concentrated yoghurt by monitoring selected microbiological and physiological changes during storage. *Lebensm-Wiss-Technol*, 36: 407-414.
2. Avitabile Leva, A., and Torreggiani, D. 2002. Dehydrofreezing in the production of strawberry ingredients: Influence on the quality characteristics of fruit yoghurt. *ACTA Horticulture*, 567: 790-794.
3. Coisson, J.D., Travaglia, F., Piana, G., Capasso, M., and Arlorio, M. 2005. Euterpe oleracea juice as a functional pigment for yogurt. *Food Research International*, 38: 893–897.
4. Early, R. 1992. *The technology of dairy products*. VCH publishers. 300p.
5. Iranian Standards, NOS. 2852, 4046, 1753, 695, 2406, 7713, 7714, 164 and 366.
6. Karim, G. 2001. *Milk and its products*. Sepehr publisher. 299p. (Translated in Persian).
7. Mortazavi, A., Haddad Khodaparast, M.H., Farhoosh, R., Nasehi, B., and Mokarram, R. 1993. *Modern food microbiology*. Vol. 1. Mashhad Publishing Co. 409 p. (Translated in Persian).
8. Mortazavi, A., Kashani Nejad, M., and Ziaolhagh, H. 2003. *Food microbiology*. Ferdowsi University Press. 685p. (Translated in Persian).
9. Penney, Victoria., Henderson, Gemma., Blum, Carolyn., and Johnson-Green, Perry. 2004. The potential of phytopreservatives and nisin to control microbial spoilage of minimally processed fruit yogurts. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 5: 369-375.
10. Riva, Marco., Campolongo, Stefano., Avitabile Leva, Alexa., Maestrelli, Andrea., and Torreggiani, Danila. 2005. Structure–property relationships in osmo-air-dehydrated apricot cubes. *Food Research International*, 38: 533–542.
11. Robbers, M., Singh, R.P., and Cunha, L.M. 1997. Osmotic-convective dehydrofreezing process for drying kiwifruit. *Journal of Food Science*, 62:5. 1039-1047.
12. Tamime, A.Y., and Robinson, R.K. 1999. *Yoghurt, Science and Technology*. Cambridge, uk:woodhead publishing Limited. 431p.
13. Torreggiani, D. 1995. Technological aspects of osmotic dehydration in foods. In: Barbosa-C'anvas, G.V., Welti-Chanes, J. Eds., *Food preservation by moisture control: fundamentals and applications*. Technomic Pub. Co, Lancaster, Pp: 281-304.
14. Viljoen, B.C., Lourens-Hattingh, A., Ikalafeng, B., and Peter, G. 2003. Temperature abuse initiating yeast growth in yoghurt. *Food Research International*, 36:193-197.
15. TARAKCI, Z., and KUCUKONER, E. 2003. Physical, Chemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Some Fruit-Flavored Yoghurt. *YYU Vet Fak Derg*, 14: 2. 10-14.

Optimization of fruit yoghurt formulation and quality evaluation during storage

***N. Vahedi¹, M. Mazaheri Tehrani² and F. Shahidi³**

¹Ph.D. student, Dept. of Food Sciences and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, ²Assistant Prof., Dept. of Food Sciences and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, ³Professor, Dept. of Food Sciences and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Abstract

In this study, the effect of "Osmodehydrofrozen" fruits on sensory, physical, chemical and microbiological properties of yoghurt and its quality during storage was evaluated. The experiment conducted in two stages. At the first stage, the fruit percentage, type and addition time (before and after of fermentation) was determined, the results indicated that yoghurts which contained 10% apple or 13% strawberry which was added after fermentation had better quality. Because of high osmotic activity of apple, the syneresis value was lower in apple yoghurt. According to osmotic activity in both fruits, the syneresis value was very lower than fruit yoghurts which contained untreated fruits. Taste value was higher in strawberry yoghurt and texture and mouth feel values were higher in the yoghurt with high percentages of fruit. The results of second stage (quality evaluation during storage) indicated that storage had significant effect on pH, acidity, syneresis, taste and texture ($p < 0.05$). No mold and yeast grew in samples containing apple and Coli forms disappeared after 7 days of storage. In samples which contained strawberry, yeasts grew and coli forms disappeared after 7 days of storage.

Keywords: Fruit yoghurt; Osmodehydrofreezing process; Sensory; physical and chemical properties; Microbial quality; Storage