

بررسی ویژگی‌های شیمیایی و ارگانولپتیک مارمالاد پالپ لیموترش تخمیری پروبیوتیک

مریم شیر پور^۱، مهناز هاشمی روان^۲، رضوان پوراحمد^۳

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

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

(نویسنده مسئول)*

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

چکیده

امروزه مصرف کنندگان تمایل دارند مصرف غذا علاوه بر تأمین انرژی و تأمین مواد ضروری رشد بدن، سبب ارتقا سلامتی انسان و کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های مختلف گردد. در نتیجه بازار تولید و مصرف مواد غذایی به سوی غذاهای فراسودمند رهنمون شده است. محصول مارمالاد پالپ لیمو در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته است. مارمالاد پالپ لیمو با استفاده از ژلاتین، پودر آب پنیر و شیر خشک سبب افزودن پروتئین و تقویت رشد پروبیوتیک‌های و زنده‌مانی آن‌ها گردید. در این پژوهش برای تولید مارمالاد پالپ لیمو تخمیری پروبیوتیک باکتری لاکتوباسیلوس کازویی با تراکم باکتری (10^{11} cfu/ml)، 10^6 ، 10^7 ، 10^8 ، 10^9 ، تلقیح شد و فرآیند تخمیر به مدت ۴۸ h در دمای 37°C انجام گردید و طی مدت ۲۸ روز نگه‌داری در دمای 4°C مورد ارزیابی قرار گرفت. فاکتورهای pH، اسیدیته، قندهای احیاکننده و خواص حسی مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در قالب طرح کاملاً تصادفی و شامل ۵ تیمار به همراه شاهد، با ۳ تکرار انجام گردید. پس از تخمیر میزان pH کاهش، مقدار اسیدیته افزایش، مقدار قندهای احیاکننده و بریکس کاهش یافت. نتایج این تحقیق نشان داد که مارمالاد تخمیری پالپ لیمو پروبیوتیک محیط مناسبی برای رشد باکتری‌های اسیدلاکتیک و تولید مارمالاد فراسودمند می‌باشد.

واژگان کلیدی: پالپ لیمو، مارمالاد پروبیوتیک، لاکتوباسیلوس کازویی.

* m_hashemiravan@yahoo.com

تولید و خواص شیمیایی، میکروبی و حسی مرباها انجام گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به تحقیق حسینی (۱۳۷۸)، ساوایا^۱ و همکاران (۱۹۸۳)، کاستل^۲ و همکاران (۱۹۸۷)، اگبکن^۳ و همکاران (۱۹۹۸)، گریگلمو-میگوئل و مارت-ان-بلوسو^۴ (۱۹۹۹)، سائز^۵ (۲۰۰۰)، فوگل^۶ و همکاران (۲۰۰۵) و لیساردلو و موراتور^۷ (۲۰۱۱) و میکروبی رانداز^۸ و همکاران (۲۰۱۳) اشاره کرد. اما هیچ گزارش علمی مبنی بر انجام تحقیق درباره خصوصیات فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی مارمالاد لیموترش انتشار نیافته است. هدف از انجام این تحقیق بررسی امکان تولید مارمالاد پالپ لیموترش ایرانی تخمیری پروبیوتیک با استفاده از پودر آب‌پنیر، پودر شیر خشک و ژلاتین پس از تخمیر و در طی ۲۸ روز نگهداری در دمای ۴°C می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد

مواد مورد استفاده در مارمالاد پالپ لیمو تخمیری پروبیوتیک شامل ۵۰٪ پالپ و ۵۰٪ شکر است. پودر شیر خشک و پودر آب‌پنیر از کارخانه پگاه، ژلاتین (با مقادیر ۲ gr، ۵ gr و ۱۰ gr) و لاکتوباسیلوس کازویی ۱۶۰۸ از سازمان پژوهش‌های صنعتی ایران خریداری گردید. نمونه شاهد از ۵۰٪ پالپ، ۵۰٪ شکر، ۲ gr پودر شیر خشک، ۵ gr پودر آب‌پنیر و ۱۰ gr ژلاتین تهیه گردیده است. برای پاستوریزاسیون مارمالاد قبل از تلقیح از بن ماری با دمای ۸۰°C و مدت زمان ۲۰ min استفاده شد (۱۱). برای کامل شدن فرآیند پاستوریزاسیون ارلن‌ها به سرعت تا دمای ۳۷°C خنک شدند (۱۲).

¹ Sawaya

² Costell

³ Egbekun

⁴ Grigelmo-Miguel and Mart_n_Belloso

⁵ Saenz

⁶ Fu'gel

⁷ Licciardello and Muratore

⁸ Randazzo

مقدمه

گرایش به مصرف غذاهای فراسودمند حاوی پروبیوتیک، یک تمایل رو به رشد و فزونی در سراسر جهان است که همگام با افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان و محققان در مورد تأثیرات ارتقادهنده سلامتی آن‌ها می‌باشد (۱-۳). فرآیندهای تجاری مورد استفاده برای تهیه مارمالاد از پوست مرکبات متعدد هستند و تاکنون نوآوری جدیدی در زمینه فناوری آن نسبت به فرمول‌های اولیه منتشر شده صورت نگرفته است (۴). پالپ آب‌میوه‌ها حاوی مقادیر فراوان از فیبرها هستند و به دلیل پیشگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی و انواع سرطان‌ها برای بدن بسیار مفید و مؤثر هستند (۵). میزان ویتامین C در قسمت‌های مختلف لیموترش به طوری که میزان این ویتامین در قسمت خوراکی میوه ۲۸۰ ppm و در قسمت پوست ۳۳۶ ppm می‌باشد. در نهایت یک چهارم کل ویتامین C در آب‌میوه و سه چهارم آن به ضایعات حاصل از آبگیری وارد می‌شود (۶).

در مورد اثر عوامل رشد و ترکیبات محرک رشد بر قابلیت زیستی و سرعت تخمیر پروبیوتیک‌های می‌توان به افزودن پروتئین‌های شیر که شامل محلول‌های هیدرولیز شده پروتئین شیر، هیدرولیز شده کازئین و مشتقات پروتئین آب‌پنیر به فرآورده تخمیری پروبیوتیک اشاره کرد (۷). افزودن پروتئین‌های آب‌پنیر (به شکل هیدرولیز شده، کنسانتره یا پودر) بر سرعت رشد و اسیدسازی مؤثر است. کازئین هیدرولیز شده، رشد را به طور مؤثر بالا می‌برد و هر چه این هیدرولیز کامل‌تر باشد، اسیدسازی و رشد باکتری‌ها نیز بیشتر خواهد بود. این مشاهده حاکی از ناتوانی تجزیه پروتئین و نیازمندی پروبیوتیک‌ها به پپتیدها و اسیدهای آمینه موجود در پروتئین هیدرولیز شده است (۸،۹). ژلاتین یکی از پر مصرف‌ترین مواد پروتئینی کلوئیدی در صنایع غذایی است (۱۰). تاکنون تحقیقات زیادی در ارتباط با فرآیند

تلقیح میکرواز گانیم‌ها

جهت تلقیح میکروبی از روش مک فارلند و توتال کانت که روشی جهت تعیین مقدار باکتری در ۵ سطح با تراکم باکتری ($10^6, 10^7, 10^8, 10^9, 10^{10}$ cfu/ml) تلقیح شد (۱۳).

تخمیر نمونه‌ها

تیمارها را برای انجام عملیات تخمیر به انکوباتور با دمای 37°C به مدت ۴۸ h منقل شدند طبق گزارش دمای $37-47^\circ\text{C}$ دمای مناسبی برای رشد باکتری‌های پروبیوتیک و به‌خصوص لاکتوباسیلوس کازیبی است. پس از تخمیر تیمارها برای بررسی فاکتورهای موردنظر در طول ۴ هفته به یخچال با دمای 4°C منقل شدند (۱۴، ۱۳).

آزمون‌ها

اندازه‌گیری بریکس با دستگاه رفراکتومتر (اوپتک آلمان)، pH با دستگاه pH متر (Metler toledo، آلمان) و اسیدیته با تیتراسیون سود ۰/۱ نرمال طبق روش ذکر شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۲۱۴ انجام گردید (۱۷). اندازه‌گیری قندهای احیاکننده طبق روش فهلینگ در استاندارد ملی ایران به شماره ۳۶۸۴ انجام شد (۱۶). ویژگی‌های حسی نمونه‌ها با استفاده از روش هدونیک ۹ نمره‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۸).

طرح آماری و تجزیه و تحلیل آماری

جهت بررسی نتایج از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. برای تحلیل واریانس نتایج از نرم‌افزار SPSS۲۲ استفاده شد. میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۹۵٪ مورد مقایسه قرار می‌گیرند. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel ۲۰۱۳ استفاده شد.

یافته‌ها

بررسی تغییرات pH مارمالاد پالپ لیمو قبل از تخمیر، پس از ۴۸ h تخمیر در دمای 37°C و طی ۲۸ روز نگهداری

نتایج آزمایش‌ها نشان دادند که اثر تراکم باکتری و زمان ماندگاری تفاوت کاملاً معنی‌داری بر pH دارد ($p < 0/01$) همچنین نتایج نشان دادند که اثر متقابل دوجانبه (تراکم باکتری \times زمان ماندگاری) تفاوت کاملاً معنی‌داری بر pH دارد ($p < 0/01$).

با توجه به نمودار (۱) میانگین pH مارمالاد پالپ لیمو قبل از تخمیر، پس از ۴۸ h تخمیر و طی ۲۸ روز نگهداری نتایج نشان می‌دهند که روند تغییرات pH در طی مدت‌زمان نگهداری برای کلیه تیمارها یکسان بوده است. کم‌ترین میزان pH در زمان‌های نگهداری متعلق به مارمالاد پالپ لیمو با تلقیح باکتری لاکتوباسیلوس کازیبی با تراکم 10^6 cfu/ml در روز بیست و هشتم نگهداری بود. میزان pH با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است.

بررسی تغییرات اسیدیته مارمالاد پالپ لیمو قبل از تخمیر، پس از ۴۸ h تخمیر در دمای 37°C و طی ۲۸ روز نگهداری

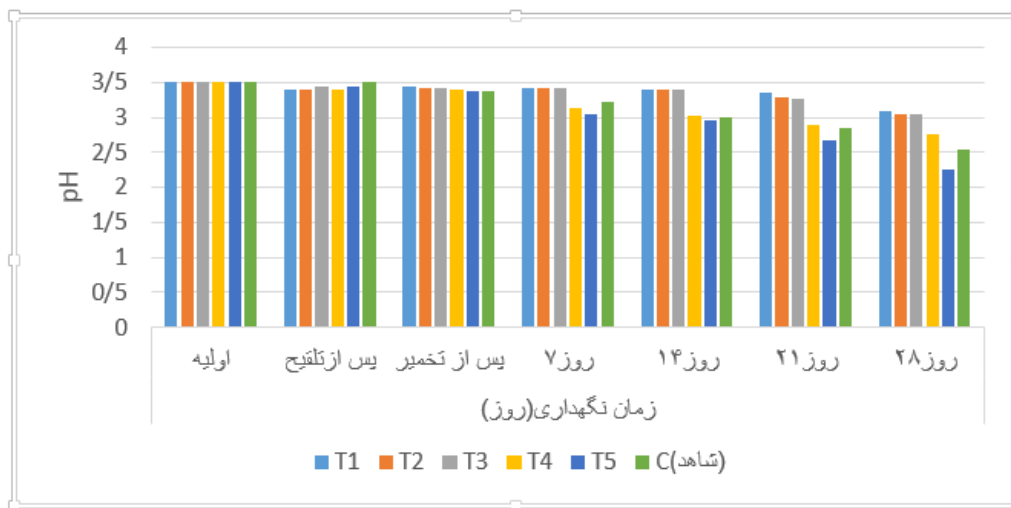
نتایج آزمایش‌ها نشان دادند که اثر تراکم باکتری و زمان ماندگاری تفاوت کاملاً معنی‌داری بر اسیدیته دارد ($p < 0/01$). همچنین نتایج نشان دادند که اثر متقابل دوجانبه (تراکم باکتری \times زمان ماندگاری) تفاوت معنی‌داری بر اسیدیته دارد ($p < 0/05$).

با توجه به نمودار (۲) میانگین اسیدیته مارمالاد پالپ لیمو قبل از تخمیر، پس از ۴۸ h تخمیر و طی ۲۸ روز نگهداری نتایج نشان می‌دهند که روند تغییرات اسیدیته در طی مدت‌زمان نگهداری برای کلیه تیمارها یکسان بوده است. در تیمار T۵ با تراکم باکتری 10^6 cfu/ml در روز بیست و یکم نگهداری افزایش معنی‌داری نسبت به روز چهاردهم نگهداری مشاهده شد. کم‌ترین میزان

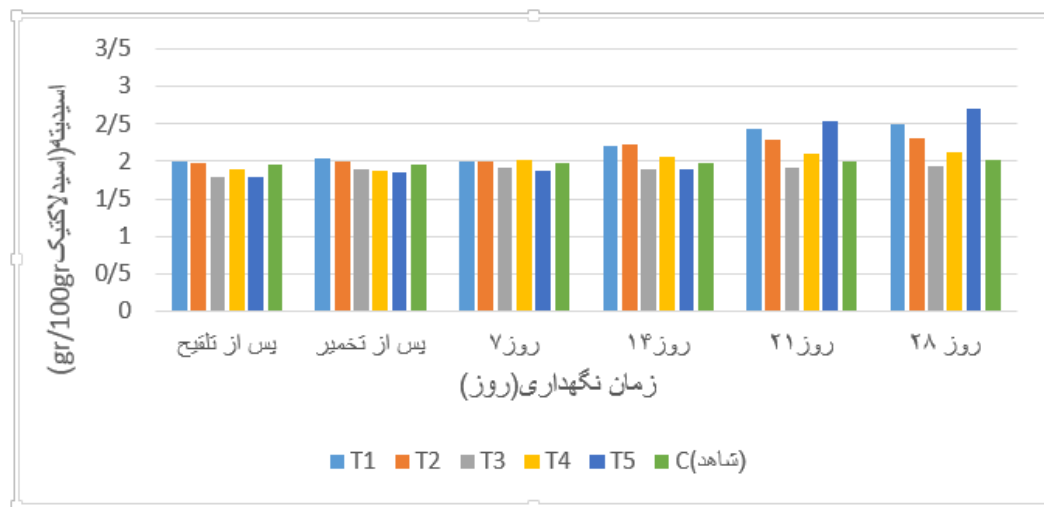
شیرپور و همکاران

کاملاً مشابه بوده و پس از ۴۸ h تخمیر در دمای ۳۷°C و چهار هفته نگهداری در دمای ۴°C، میزان اسیدیته باگذشت زمان افزایش یافته است.

اسیدیته در زمان‌های نگهداری متعلق به مارمالاد پالپ لیمو با تلقیح باکتری لاکتوباسیلوس کازیبی با تراکم 10^8 cfu/ml در زمان بعد از تلقیح مشخص شد که روند تغییرات اسیدیته در زمان‌های موردبررسی در بقیه تیمارها



نمودار (۱): تغییرات pH مارمالاد پالپ لیمو با باکتری لاکتوباسیلوس کازیبی در تیمار (T_۱, T_۲, T_۳, T_۴, T_۵) با تراکم باکتری 10^8 , 10^7 , 10^6 , 10^5 , 10^4 cfu/ml قبل از تخمیر، پس از ۴۸ h تخمیر و طی ۲۸ روز نگهداری



نمودار (۲): تغییرات اسیدیته مارمالاد پالپ لیمو تلقیح شده با باکتری لاکتوباسیلوس کازیبی در تیمار (T_۱, T_۲, T_۳, T_۴, T_۵) با تراکم باکتری 10^8 , 10^7 , 10^6 , 10^5 , 10^4 cfu/ml قبل از تخمیر، پس از ۴۸ h تخمیر و طی ۲۸ روز نگهداری

کاملاً معنی داری بود ($p < 0.01$) و همچنین اثر متقابل دوجانبه (تراکم و نگهداری) تفاوت کاملاً معنی داری بر میزان بریکس کننده ندارد ($p > 0.01$). جدول (۱) بریکس مارمالاد پالپ لیمو تلقیح شده با باکتری لاکتوباسیلوس کازیبی بعد از ۴۸ h تخمیر نشان داده شده است. میزان

نتایج بریکس مارمالاد پالپ لیمو قبل از تخمیر، بعد از ۴۸ h تخمیر در دمای ۳۷°C نتایج آزمایش نشان دادند. که اثر تراکم باکتری بر رشد باکتری‌ها کاملاً معنی داری نبود ($p > 0.01$). همچنین اثر زمان ماندگاری نگهداری بر رشد باکتری‌ها

بررسی ویژگی‌های شیمیایی و ارگانولپتیک مارمالاد پالپ لیموترش تخمیری پروبیوتیک ...

بریکس مارمالاد پالپ لیمو اولیه (gr/100gr) ۴۳ ثابت
 بوده است. هرچقدر تراکم باکتری بیشتر بوده است پس
 از ۴۸ h تخمیر در دمای ۳۷°C میزان بریکس کاهش
 معنی‌داری یافته است.

جدول (۱): میانگین بریکس (gr/100 gr) در مارمالاد پالپ لیمو پس از تخمیر (انحراف معیار ± میانگین)

میزان بریکس پس از تخمیر (gr/100gr)	تراکم باکتری cfu/ml	تیمارها
۴۰/۰۰۰۰۰± ۱/۴۱۴ ^a	۱۰ ^{۱۰}	T _۱
۴۰/۷۸۰۰۰± ۰/۰۱۴ ^a	۱۰ ^۹	T _۲
۴۱/۰۰۰۰۰± ۲/۸۲۸ ^a	۱۰ ^۸	T _۳
۴۱/۵۰۰۰۰± ۰/۱۴۱ ^a	۱۰ ^۷	T _۴
۴۲/۰۰۰۰۰± ۲/۸۲۸ ^a	۱۰ ^۶	T _۵
۴۰/۰۰۰۰۰± ۵/۶۵۶ ^a	-	C(شاهد)

مقادیر دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند (p>۰/۰۵)

متقابل دوجانبه (تراکم و نگه‌داری) تفاوت کاملاً معنی‌داری بر میزان قندهای احیاکننده دارد (p<۰/۰۱). میزان قند احیاکننده در همه تیمارها پس از ۴۸ h تخمیر کاهش یافته است. هرچقدر تراکم باکتری کم‌تر بوده، میزان قندهای احیاکننده قبل از تخمیر و پس از ۴۸ h تخمیر بیشتر شده است.

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی توسط ۵ نفر ارزیاب حسی تخصصی صورت گرفته است و به علت طعم جدید مارمالاد پالپ لیمو نظرات ارزیاب‌ها متفاوت بوده است. فاکتور مزه با توجه به رشد کم لاکتوباسیلوس کازی در تیمار T_۵، در طی ۲۸ روز نگه‌داری در دمای ۴°C بهتر ارزیابی شده است و از نظر مزه به مزه نمونه شاهد نزدیک‌تر بود. بوی لیمو در ارزیابی حسی در کلیه تیمارها تا آخرین روز غالب بود. ولی در تیمار T_۵ بوی لیمو طی ۲۸ روز نگه‌داری در دمای ۴°C بیشتر بود. در محصولات نوشیدنی طی مدت نگه‌داری بوی بدی از محصول حاصل می‌شود و باید از افزودنی استفاده شود ولی در

۳-۴- بررسی تغییرات قندهای احیاکننده در مارمالاد پالپ لیمو قبل از تخمیر، بعد از ۴۸ h تخمیر در دمای ۳۷°C

با توجه به جدول (۲) مقایسه میانگین‌های قندهای احیاکننده قبل از تخمیر و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مشخص گردید که بین میزان قندهای احیاکننده تیمار شاهد قبل از تخمیر با میزان قند احیاکننده تیمارهای T_۱، T_۲ و T_۳ با تراکم باکتری (cfu/ml) ۱۰^۶، ۱۰^۷، ۱۰^۸ اختلاف معنی‌داری وجود دارد (p<۰/۰۵). بیش‌ترین میزان قندهای احیاکننده قبل از تخمیر متعلق به تیمار T با تراکم باکتری ۱۰^۶ cfu/ml، همچنین در میزان قندهای احیاکننده قبل از تخمیر، بین تیمارهای T_۱ و T_۲ با تراکم باکتری (cfu/ml) ۱۰^۹، ۱۰^{۱۰} اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (p>۰/۰۵). بین تیمارهای T_۳، T_۴ و T_۵ با تراکم باکتری (cfu/ml) ۱۰^۶، ۱۰^۷، ۱۰^۸ اختلاف معنی‌داری در میزان قند احیاکننده قبل از تخمیر وجود دارد (p<۰/۰۵). اثر تراکم باکتری و اثر زمان ماندگاری نگه‌داری بر رشد باکتری‌ها کاملاً معنی‌داری بود (p<۰/۰۱) و همچنین اثر

T₅ تیمار برتر در نهایت پذیرش کلی ارزیابی حسی، تیمار T₃ از نظر امتیاز ارزیابی حسی و رشد لاکتوباسیلوس کازی انتخاب شده است.

ارزیابی حسی پذیرش کلی مارمالاد پالپ لیمو

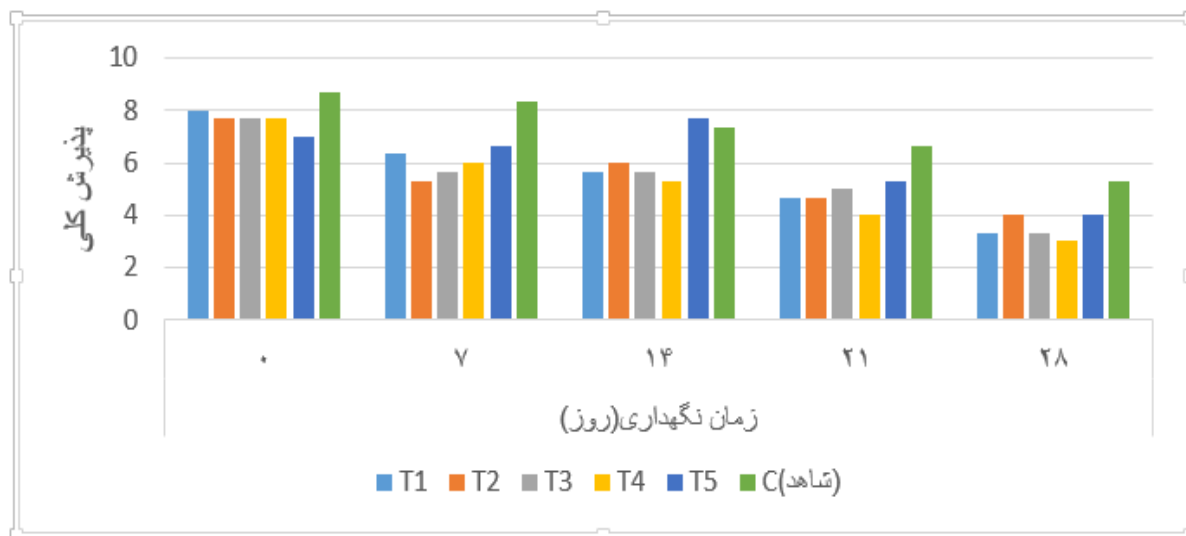
نتایج آزمایش‌ها نشان دادند که اثر تراکم باکتری تفاوت کاملاً معنی‌داری بر ارزیابی پذیرش کلی مارمالاد پالپ لیمو ندارد ($p > 0.05$). زمان ماندگاری تفاوت کاملاً معنی‌داری بر ارزیابی پذیرش کلی مارمالاد پالپ لیمو دارد ($p < 0.01$). همچنین اثر متقابل تراکم باکتری و اثر زمان ماندگاری تفاوت معنی‌داری بر ارزیابی پذیرش کلی ندارد ($p > 0.05$). با توجه به نمودار (۳) میانگین امتیاز پذیرش کلی ارزیابی حسی مارمالاد پالپ لیمو تلقیح شده با لاکتوباسیلوس کازی پس از ۴۸ h تخمیر در روز صفر و طی ۲۸ روز نگهداری در دمای ۴°C در تیمار T₂ و T₅ روز ۱۴ در دمای ۴°C امتیاز پذیرش کلی افزایش یافته است. همچنین در کلیه تیمارها در روز ۲۸ نگهداری در دمای ۴°C ارزیابی حسی پذیرش کلی کاهش یافته است.

این مارمالاد بوی لیمو غالب بوده است. میزان تلخی رگه‌های لیمو در همه تیمارها مشاهده گردید، ولی میزان تلخی در تیمارهای T₅ و T₃ در طی ۲۸ روز نگهداری در دمای ۴°C تقریباً برابر بود. با افزایش اسیدیته و کاهش pH، میزان ترشی افزایش پیدا کرده است، در نتیجه بیش‌ترین تغییرات ترشی در تیمار T₅ مشاهده شده است. با افزایش تراکم باکتری، میزان شیرینی کاهش پیدا کرده است و بیش‌ترین میزان شیرینی مربوط به تیمار T₅ در طی ۲۸ روز نگهداری در دمای ۴°C شده است. بهترین طعم مربوط به تیمارهای T₃ در طول ۲۸ روز نگهداری در دمای ۴°C می‌باشد. رنگ و ظاهر محصول در کلیه تیمارها تا آخرین روز نگهداری، نتایج یکسانی را نشان داد. مقایسه تیمارها نشان داد که تشابه رنگ و ظاهر تیمار T₃ به تیمار شاهد در طی ۲۸ روز نگهداری در دمای ۴°C بیشتر بوده است. به علت افزودن ژلاتین در مارمالاد، افزایش غلظت در مارمالاد مشاهده گردید و در کلیه تیمارها غلظت در روز آخر تغییر چندانی نداشت. بیش‌ترین امتیاز مربوط به تیمار T₅ است. ولی به علت عدم رشد لاکتوباسیلوس کازی در هفته آخر در تیمار

جدول (۲): مقایسه میانگین قند احیاکننده (gr/100gr) مارمالاد لیمو (انحراف معیار ± میانگین)

تیمارها	تراکم باکتری	میزان قند احیاکننده	میزان قند احیاکننده پس از تخمیر (gr/100gr)
	cfu/ml	قبل از تخمیر (gr/100gr)	تخمیر (gr/100gr)
T ₁	۱۰ ^{۱۰}	۲۱/۰۰۰۰±۰/۱۴۱ ^e	۲۰/۰۰۰۰±۰/۱۴۱ ^e
T ₂	۱۰ ^۹	۲۱/۰۱۰۰±۰/۴۲۴ ^e	۲۰/۰۱۰۰±۰/۱۴۲ ^e
T ₃	۱۰ ^۸	۲۱/۴۸۰۰±۰/۰۰۰ ^d	۲۱/۲۵۰۰±۰/۰۰۰ ^c
T ₄	۱۰ ^۷	۲۳/۷۸۰۰±۰/۰۰۰ ^b	۲۲/۸۰۰۰±۰/۰۰۰ ^b
T ₅	۱۰ ^۶	۲۵/۹۸۰۰±۰/۰۰۰ ^a	۲۴/۹۸۰۰±۰/۰۰۰ ^a
C(شاهد)	-	۲۲/۵۶۰۰±۰/۰۲۸ ^c	۲۲/۲۶۰۰±۰/۰۲۸ ^d

مقادیر دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند ($p > 0.05$)



نمودار (۳): میانگین امتیاز پذیرش کلی ارزیابی حسی مارمالاد پالپ لیمو تلقیح شده با باکتری لاکتوباسیلوس کازی در تیمار (T₁، T₂، T₃، T₄، T₅) با تراکم باکتری (10⁶، 10⁷، 10⁸، 10⁹، 10¹⁰ cfu/ml) قبل از تخمیر، پس از 48 h تخمیر و طی 28 روز نگهداری

مارمالاد ۶۵٪ است. در مارمالاد پالپ لیمو طی آزمایش‌هایی که انجام شد به علت غلظت زیاد و اسیدیته بالا و pH پایین توان زنده‌مانی پروبیوتیک‌های در این بریکس وجود نداشت. در نتیجه مارمالاد رقیق شد و بریکس مارمالاد پالپ لیمو به ۴۳٪ رسانده شد که پس از ۴۸ h تخمیر در دمای ۳۷°C بریکس تغییر پیدا کرده است. هر چه میزان تراکم باکتری بیشتر بود میزان بریکس کاهش معنی‌داری یافت. در این تحقیق که به بررسی قند احیاکننده مارمالاد پالپ لیمو قبل از تخمیر، پس از ۴۸ h تخمیر در دمای ۳۷°C پرداخته شد. که در قندهای احیاکننده با توجه به افزایش تراکم باکتری میزان قندهای احیاکننده کاهش یافت که نشان‌دهنده مصرف پروبیوتیک‌های می‌باشد. در مربا و مارمالاد به مرور زمان به دلیل مصرف قندهای احیاکننده تغییرات رنگ مشاهده شده است. طبق نتایج حاصل از این تحقیق مشخص شد که رشد باکتری‌ها، کاهش میزان قندهای احیاکننده و بریکس را در طی تخمیر و نگهداری به دنبال داشته است.

بحث و نتیجه‌گیری

با اضافه کردن ژلاتین، پودر آب‌پنیر و شیر خشک که سبب افزودن پروتئین‌ها که از مهم‌ترین عوامل جهت تقویت رشد پروبیوتیک‌های هستند pH تا ۳/۵۱ افزایش یافت. با توجه به داده‌ها نشان داده شد که با افزایش تراکم باکتری pH کاهش یافت. میزان pH با گذشت زمان به طور معنی‌داری کاهش نشان داد و همچنین با افزایش تراکم باکتری میزان اسیدیته با گذشت زمان افزایش یافته است. طبق نتایج حاصل از این تحقیق مشخص شد که رشد باکتری‌ها، کاهش pH و افزایش مقدار اسیدیته را در طی تخمیر و نگهداری به دنبال داشته است. و همچنین پایداری باکتری‌ها در طی ۲۸ روز نگهداری کاهش یافته است. البته کنترل زمان تخمیر مهم و بر کیفیت محصول تولیدی مؤثر می‌باشد. علت اصلی این امر، مربوط به مصرف قندها و تولید اسیدهای آلی می‌باشد (۱۵). اسیدیته بالا و pH پایین فرآورده‌های پروبیوتیک از مهم‌ترین عوامل کاهش قابلیت زیستی این باکتری‌ها می‌باشند (۱۹). میزان بریکس در مربا و

شیرپور و همکاران

نشان‌دهنده مصرف پروبیوتیک‌های می‌باشد. در مربا و مارمالاد به مرور زمان به دلیل مصرف قندهای احیاکننده تغییرات رنگ مشاهده شده است. طبق نتایج حاصل از این تحقیق مشخص شد که رشد باکتری‌ها، کاهش میزان قندهای احیاکننده و بریکس را در طی تخمیر و نگهداری به دنبال داشته است.

مطالعه انجام شده توسط لیساردلو و موراتور^۱ (۲۰۱۱) بر روی اثر دما و بعضی از ترکیبات اضافه شده در ثبات مارمالاد پرتقال خونی در دو دمای ۲۰°C و ۳۵°C پرداختند. که در مارمالاد و مربا، مدت زمان نگهداری سبب کاهش pH می‌شود که با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر که بیانگر کاهش سریع تر pH در طی نگهداری مارمالاد پروبیوتیک بوده است، مطابقت داشت.

شیشه و همکاران (۱۳۹۲)، نصرتی و همکاران (۱۳۹۲) و یحیایی صوفیانی و همکاران (۱۳۹۳) در نوشیدنی تخمیری پروبیوتیک به این نتیجه رسیدند که در طی تخمیر، در تیمارها تعداد باکتری‌های پروبیوتیک به دلیل مصرف قند و مواد مغذی موجود در آب میوه‌جات افزایش یافت، این در حالی بود که مقدار pH کاهش، مقدار اسیدیته افزایش، مقدار قندهای احیاکننده و بریکس کاهش یافت که با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت داشت.

همچنین بر اساس نتایج مطالعه انجام شده توسط رانداززو^۲ و همکاران در سال (۲۰۱۳) به بررسی بقای باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس رامنوزوس در مرباهای هلو در طول ۷۸ روز ذخیره‌سازی در دماهای ۲۵°C و ۵°C پرداختند. متابولیسم لاکتوباسیلوس موجب تغییر در pH و ترکیب قند شد. در نتیجه در مقایسه با مطالعات انجام گرفته در این تحقیق به نتایج مشابه با تحقیق مذکور

با اضافه کردن ژلاتین، پودر آب‌پنیر و شیر خشک که سبب افزودن پروتئین‌ها که از مهم‌ترین عوامل جهت تقویت رشد پروبیوتیک‌های هستند pH تا ۳/۵۱ افزایش یافت. با توجه به داده‌ها نشان داده شد که با افزایش تراکم باکتری pH کاهش یافت. میزان pH با گذشت زمان به طور معنی‌داری کاهش نشان داد و همچنین با افزایش تراکم باکتری میزان اسیدیته با گذشت زمان افزایش یافته است. طبق نتایج حاصل از این تحقیق مشخص شد که رشد باکتری‌ها، کاهش pH و افزایش مقدار اسیدیته را در طی تخمیر و نگهداری به دنبال داشته است. و همچنین پایداری باکتری‌ها در طی ۲۸ روز نگهداری کاهش یافته است. البته کنترل زمان تخمیر مهم و بر کیفیت محصول تولیدی مؤثر می‌باشد. علت اصلی این امر، مربوط به مصرف قندها و تولید اسیدهای آلی می‌باشد (۱۵). اسیدیته بالا و pH پایین فرآورده‌های پروبیوتیک از مهم‌ترین عوامل کاهش قابلیت زیستی این باکتری‌ها می‌باشند (۱۹). میزان بریکس در مربا و مارمالاد ۶۵٪ است. در مارمالاد پالپ لیمو طی آزمایش‌هایی که انجام شد به علت غلظت زیاد و اسیدیته بالا و pH پایین توان زنده‌مانی پروبیوتیک‌های در این بریکس وجود نداشت. در نتیجه مارمالاد رقیق شد و بریکس مارمالاد پالپ لیمو به ۴۳٪ رسانده شد که پس از ۴۸ h تخمیر در دمای ۳۷°C بریکس تغییر پیدا کرده است. هر چه میزان تراکم باکتری بیشتر بود میزان بریکس کاهش معنی‌داری یافت. در این تحقیق که به بررسی قند احیاکننده مارمالاد پالپ لیمو قبل از تخمیر، پس از ۴۸ h تخمیر در دمای ۳۷°C پرداخته شد. که در قندهای احیاکننده با توجه به افزایش تراکم باکتری میزان قندهای احیاکننده کاهش یافت که

¹ Licciardello and Muratore

² Randazzo

کلی ارزیابی حسی، تیمار T₃ از نظر امتیاز ارزیابی حسی و رشد لاکتوباسیلوس کازیی انتخاب شده است.

لوسکو^۱ و همکاران (۲۰۰۴) تأثیر حسی و عملکردی ترکیباتی را مانند پروبیوتیک‌های، پری‌بیوتیک‌ها، ویتامین‌ها، مواد مغذی‌ای در عطر و طعم و مزه آب‌پرتقال را مورد آزمایش قرار دادند و به نتیجه مشابهی رسیدند. آب‌پرتقال پروبیوتیک از نظر دارویی، طعم دهندگی، از آب‌میوه معمولی متمایز گردید. گروه پانل شرکت‌کننده در آزمایش به‌موجب آن، ۵ نوع آب‌پرتقال (۳ نوع معمولی و ۲ نوع عملکردی) را مورد ارزیابی قرار دادند. به‌طور کلی مصرف‌کنندگان خصوصیات حسی در آب‌پرتقال معمولی را ترجیح دادند و طی تجزیه و تحلیل خوشه‌ای تنها بخشی از مصرف‌کنندگان (حدود ۱۱٪) آب‌میوه پروبیوتیک را از نظر ویژگی‌های حسی ترجیح دادند. لوسکو و دلاهانتی^۲ (۲۰۰۴) گزارش دادند که در اثر افزودن لاکتوباسیلوس پلانتروم به آب‌میوه‌ها، مقداری آرومای نامناسب و طعم ترش احساس شد و مصرف‌کنندگان آب‌پرتقال غیر تخمیری را نسبت به نوع پروبیوتیک آن ترجیح دادند. در ارزیابی حسی مارمالاد پالپ لیمو تخمیری پروبیوتیک، تیمار شاهد دارای امتیاز بالاتری نسبت به دیگر تیمارها بود که بیانگر مطابقت با نتایج لوسکو و دلاهانتی در سال ۲۰۰۴ می‌باشد.

در تحقیق حاضر فاکتورهای pH، اسیدیته کل برحسب اسیدلاکتیک، قندهای احیاکننده، بریکس و ارزیابی حسی مارمالاد پالپ لیمو تخمیری پروبیوتیک توسط سویه لاکتوباسیلوس کازیی در ۵ سطح تلقیح (۱۰^۶، ۱۰^۷، ۱۰^۸، ۱۰^۹، ۱۰^{۱۰} cfu/ml) و یک نمونه شاهد مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج مشخص گردید که دمای بهینه تخمیر در مارمالاد پالپ لیمو توسط لاکتوباسیلوس کازیی مورد بررسی، دمای ۳۷°C به مدت

به‌دست آمد که باگذشت زمان میزان pH کاهش یافته و منجر به کاهش میزان قندهای احیاکننده و کاهش سریع‌تری در تعداد باکتری‌های زنده مارمالادها شده است.

خواص حسی از عوامل اساسی پذیرش بسیاری از فرآورده‌ها و کسب رضایت از مصرف آن‌ها است. با توجه به اهمیت این خواص، بررسی و شناخت عوامل مؤثر بر آن‌ها به‌منظور دستیابی به خواص حسی بهینه جلوگیری از ایجاد خواص حسی نامطلوب ضروری است (۲۰). ارزیابی حسی که توسط ۵ متخصص صنایع غذایی صورت گرفت. اگرچه ارزش اساسی فرآورده‌های پروبیوتیک خاصیت دارویی (قابلیت زیستی) آن‌ها است، خواص حسی این فرآورده‌ها نیز جایگاه پراهمیتی دارند، به‌عبارت‌دیگر، امتیاز مصرف پروبیوتیک‌های از طریق مواد غذایی و نه به‌صورت دارو، بر خورداری از خواص حسی آن‌هاست و در میان فرآورده‌های پروبیوتیک، فرآورده‌های تخمیری پروبیوتیک به دلیل خواص حسی کم‌نظیر از مقبولیت جهانی برخوردار است. بررسی خواص حسی محصولات پروبیوتیک یکی از مهم‌ترین مسائل مورد بررسی است تا یک محصول با در نظر گرفتن بالاترین قابلیت زیستی و خواص حسی مطلوب انتخاب و در اختیار مصرف‌کنندگان قرار گیرد. به علت طعم جدید مارمالاد پالپ لیمو نظرات ارزیاب‌ها متفاوت بوده است. توسط فرم تست پانل ارزیابی حسی (مزه، بو، تلخی، ترشی، شیرینی، ثابت بودن طعم و مزه، طبیعی بودن، رنگ و ظاهر، غلظت، پذیرش کلی) در مارمالاد پالپ لیموی تخمیری در مدت ۴ هفته نگه‌داری در دمای ۴°C مورد بررسی قرار گرفت. بیش‌ترین امتیاز مربوط به تیمار T_۵ است. ولی به علت عدم رشد لاکتوباسیلوس کازیی در هفته آخر در تیمار T_۵ تیمار برتر در نهایت پذیرش

¹ Luckow

² Delahunty

شیرپور و همکاران

پژوهشی زیست‌فناوری میکروبی دانشگاه آزاد اسلامی،
۱۳۸۹. دوره دوم. شماره ۶. صفحه ۱۸-۱۳.

۶. مظاهری تهرانی م، سالاری ا، ریاضی ع، حیدری ا.
تلخی زدایی و تولید مارمالاد و نوشیدنی از ضایعات
حاصل از فرآیند تولید آب‌لیمو. گروه علوم و صنایع
غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی
مشهد، ۱۳۸۶. صفحه ۵۲-۴۵.

۷. مرحمتی زاده ح، یقظین ع، جعفری ع. بررسی تأثیر
آب پنیر بر روی رشد پروبیوتیک‌های، پانزدهمین کنگره
دامپزشکی ایران، ۱۳۸۷.

8. Shortt C. The probiotic century, historical and
current perspectives. Trends Food Sci Technol
1999; 10 (12): 411-417.

9. Hatting AL, Viljoen BC. Yogurt as probiotic
carrier food Journal of Dairy, 2001; 11: 1-17.

10. Senchiu B, Avena-Bustillos RJ, Shey J, Yee
E, Bechtel P, Imam SH, Glenn GM, Orts WJ.
Rheological and mechanical properties of cross-
linked fish gelatins. Journal of Polymer, 2006;
47(23): 6379-6386.

11. Aguirre-Ezkauriatza EJ, Aguilar-Yáñez J.M,
Ramírez-Medrano A, Alvarez MM. Production
of probiotic biomass (*Lactobacillus casei*) in
goat milk whey: Comparison of batch,
continuous and fed-batch cultures. Journal of
Bioresource Technology, 2010; 101(8) : 2837-
2844.

12. Kun S, Rezessy-Szabo J. M, Nguyen Q. D,
Hoschke A. Changes of microbial population
and some components in carrot juice during
fermentation with selected Bifidobacterium
strains. Journal of Process Biochemistry, 2008;
43: 816-821.

13. Ashrafi f. Microbiology Practical , Ahsan
Publishing, First Edition, 2006 .

14. Saxelin M, Grenov B, Svensson F.R.
Reniero R, Mattila-Sandholm T. The technology
of probiotics. Trends in food science
& technology 1999; (10):387-392.

15. Yoon K, Woodams E, Hang Y.
Probiotication of tomato juice by lactic acid
bacteria. The Journal of Microbiology 2004; 42:
315-318.

۱۶. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
اندازه‌گیری معادل دکستروز در گلوکز مایع به روش لین

۴۸ h می‌باشد. میزان pH در طول مدت نگهداری مارمالاد
کاهش یافت که به دلیل مصرف قندهای احیاکننده
میزان pH در طول نگهداری زمانی که به کم‌تر از ۳/۰۱
کاهش پیدا کرد، سبب از بین رفتن باکتری
لاکتوباسیلوس کازیبی گردید. میزان اسیدیته در طول
مدت نگهداری افزایش یافت و در طول مدت ۴ هفته
نگهداری در دمای ۴°C میزان اسیدیته افزایش یافته که
سبب از بین رفتن لاکتوباسیلوس کازیبی گردید. با
افزایش تراکم باکتری، میزان بریکس کاهش معنی‌داری
یافته است. میزان قند احیاکننده مارمالاد پالپ لیمو قبل از
تخمیر، پس از ۴۸ h تخمیر در دمای ۳۷°C مورد بررسی
قرار گرفت. میزان قندهای احیاکننده با توجه به افزایش
تراکم باکتری، کاهش یافت که نشان‌دهنده مصرف قند
توسط باکتری پروبیوتیک می‌باشد. در پذیرش کلی
ارزیابی حسی، تیمار T_۳ از نظر امتیاز ارزیابی حسی
به‌عنوان تیمار برتر انتخاب گردید.

منابع

1. Luckow T, Sheehan V, Fitzgerald G,
Delahunty C. Exposure health information and
flavor-masking strategies for improving the
sensory quality of probiotic juice. Journal of
Appetite, 2006; 47(34): 315-323.

2. Saarela M, Virkajarvi I, Alakomi H.L,
Sigvart Mattila P, Matto J. Stability and
functionality of freeze-dried probiotic
Bifidobacterium cells during storage in juice and
milk. Journal of Dairy, 2006; 16(5), 1477- 1482.

3. Pereira A. L. F, Maciel T. C, Rodrigues S.
Probiotic beverage from cashew apple juice
fermented with *Lactobacillus casei*. Journal of
Food Research International 2011; 44(32): 1276-
1283.

۴. مقصودی ش. لیمو درمانی. انتشارات نشر
کشاورزی، ۱۳۸۶. صفحه ۴۸-۴۹.

۵. دادور پ، دیانی ا، مروت م، غلامی ج. تعیین قابلیت
آزمایشگاهی هضم (In-vitro) تفاله لیموترش عمل‌آوری
شده با مخمر ساکارومایسز سرویسیا. مجله علمی -

physical and sensory properties of strawberry jams. Journal of Food Engineering 1999 ;(41): 13-21.

25. Saenz C. Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia spp.*) Fruits and cladodes. Journal of Arid Environments 2000; (46): 209-225.

26. Fu'gel R, Carle R, Schieber A. Quality and authenticity control of fruit purees, fruit preparations and jams—areview. Journal of Trends in Food Science & Technology 2005; (16): 433-441.

27. Licciardello F, Muratore G. Effect of Temperature and Some Added Compounds on the Stability of Blood Orange Marmalade, Journal of Food Science 2011; 76: (7) 1094-1100.

28. Shisheh Sh, Hashemiravan M. Pourahmad jaktaji R Production of Probiotic mixture of Barberry and Black cherry juice by lactic acid bacteria. Bulletin of Environment, Journal of Pharmacology and Life Sciences 2014; (3): 53-61.

29. Nosrati R, Hashemiravan M, Talebi M. Fermentation of vegetable juice by probiotic bacteria, International Journal of Biosciences 2014; 4(3): 171-180.

۳۰. یحیایی صوفیانی، ز. بررسی امکان تولید نوشیدنی بر

پایه مخلوط عصاره مالت و آب میوه‌جات قرمز تخمیری

پروبیوتیک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد صنایع غذایی،

دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین،

۱۳۹۳.

31. Randazzo C, Pitlno I, Licciardello F, Muratore G, Caggia C. Survival of *Lactobacillus rhamnosus* probiotic strains in peach jam during storage at different temperatures, Food Science and Technology, 2013; 0101-2061.

واین با حجم ثابت. استاندارد ملی ایران به شماره ۳۶۸۴، ۱۳۷۴.

۱۷. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. مربا و مارمالاد و ژله. استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۹۲، ۲۱۴.

۱۸. سیدی ش، هاشمی روان م، نوربخش ف. بررسی رشد لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریوم لاکتیس در آب‌پرتقال پروبیوتیک. دومین سمینار ملی امنیت غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه. ۱۳۹۱.

19. Dinakar P, Mistry V. V. Growth and viability of *Bifidobacterium bifidum* in cheddar cheese. Journal of Dairy Science 1994; 77(17): 2854-2864.

20. Aziznia S, Khosrowshahi A, Madadlou A, Rahimi J. Whey protein concentrates and gum tragacanth as fat replacers in non-fat yogurt: chemical, physical, and microstructural properties. Journal of Dairy Science 2008; 91(18): 2545-2552.

21. Sawaya W.N, Khatchadourian H.A, Safi W.M, Al-Hammad H.M. Chemical characterization of prickly pear pulp, *Opuntia ficus indica*, and the manufacturing of prickly pear jam. Journal of Food Technology, 1983; (18): 183-193.

22. Costell E, Carbonell E, Duran L. Chemical composition and rheological behavior of strawberry jams, Relation with fruit content. Journal of Acta Alimentaria 1987; (16): 319-330.

23. Egbekun M.K, Nda-Suleiman E. O. Akinyeye O. Utilization of fluted pumpkin fruit (*Telfairia occidentalis*) in marmalade manufacturing. Journal of Plant Foods for Human Nutrition (Formerly Qualitas Plantarum) 1998; 52(2): 171-176.

24. Grigelmo Miguel N, Mart on Beloso O. Influence of fruit dietary fibre addition on

Study the Chemical and organoleptic properties of probiotic fermented pulp lemon marmalade

Maryam Shirpour¹, Mahnaz Hashemiravan^{*2}, Rezvan Pourahmad³

1-Department of Food science, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

2-Department of Food Science and Technology, Faculty Of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran (Correspond author)*

3- Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin - Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

Abstract

Primary role as a source of food, energy and the growth of the role of biological components changed on human health and food production and consumption to the functional foods. product marmalade Pulp lemons in this study studied. was used to obtain pulp for producing lemon pulp marmalade Adding gelatin, sweet whey powder, and dried milk to the pulp and sugar mixture increased protein content and enhanced growth and viability of probiotics. In this research, *Lactobacillus casei* was inoculated at bacterial concentrations of 10^6 , 10^7 , 10^8 , 10^9 , and 10^{10} cfu/ml, the fermentation process took place at 37°C for 48 hours, and the mixture was evaluated for a during 28 days storage at 4°C. Factors such as pH, acidity, reducing sugars, Brix and sensory properties were studied during this period. The sensory evaluation group performed the sensory evaluation after fermentation during the four weeks the mixture was kept at 4°C. Data was analyzed by using Duncan's multiple range test in the format of completely randomized design with five treatments, and a control, and three replications.

During fermentation while the pH value decreased and the amount of acid increased, and the quantities of reducing sugar and Brix declined. fermented probiotic lemon pulp marmalade was a suitable environment for the growth of lactic acid bacteria and functional marmalade production.

Keywords: Lemon pulp, probiotic marmalade, *Lactobacillus casei*

* m_hashemiravan@yahoo.com