



بررسی اثر پری بیوتیکی آرد نخودچی برزنده مانی باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پاراکازئی در ماست میوه‌ای حاوی پوره سیب و خواص کیفی آن

فرناز نبی زاده^{۱*}، نیما زین ساز^۲

۱- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.

| اطلاعات مقاله | چکیده |
|---|--|
| تاریخ های مقاله : تاریخ دریافت: ۱۳۹۹ / ۱۱ / ۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰ / ۰۴ / ۲۲ | در این مطالعه تاثیر افزودن آرد نخودچی در سه سطح (۰، ۱/۵ و ۳٪) و زمان نگهداری در سه سطح (۱، ۱۱ و ۲۱ روز) بر زنده مانی باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پاراکازئی و خواص کیفی ماست میوه‌ای محتوی ۱۵٪ پوره سیب با روش سطح پاسخ بررسی شد. نتایج آنالیز واریانس نشان داد با افزایش مقدار آرد تا سطح ۰/۵ درصد زنده مانی باکتری پروبیوتیک افزایش ولی با افزایش بیشتر آن تعداد باکتری‌ها بطور معنی‌دار کاهش یافت ($P < 0/05$). با گذشت زمان تعداد باکتری‌ها کاهش یافت ($P < 0/05$). افزایش مقدار آرد نخودچی باعث کاهش pH، درصد رطوبت، سینرژیس و افزایش اسیدیت، خاکستر و ویسکوزیته ظاهری شد ($P < 0/05$). طی زمان نگهداری pH و رطوبت کاهش و ویسکوزیته ظاهری افزایش یافت ($P < 0/05$). در ارزیابی حسی نمونه‌ها با افزایش مقدار آرد امتیاز طعم کاهش و امتیاز قوام افزایش یافت ($P < 0/05$). در نهایت مقدار آرد نخودچی ۲/۳۶ درصد و زمان نگهداری ۹ روز به عنوان شرایط بهینه تعریف گردید. |
| کلمات کلیدی: آرد نخودچی، باکتری لاکتوباسیلوس پاراکازئی، ماست میوه‌ای حاوی سیب. | |
| DOI: 10.52547/fsct.18.117.379 | |
| * مسئول مکاتبات: fnabizadeh360@gmail.com | |

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر تمایل به مصرف غذاهایی با خصوصیات عملکردی علاوه بر داشتن ارزش تغذیه‌ای، رو به افزایش است [۱]. پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده با فواید سلامت‌بخشی هستند که به داخل انواع غذاها تلقیح می‌شوند [۲]. گونه‌های مختلفی از باکتری‌ها، بعنوان پروبیوتیک استفاده می‌شوند. در میان آنها لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدوباکترها بطور گسترده استفاده شده و موثر و ایمن شناخته شده‌اند [۳و۴]. محصولات تخمیری شیر مانند ماست وسیله مهمی برای انتقال باکتری‌های پروبیوتیک به انسان هستند [۵]. علاوه بر این، ماست وسیله‌ای برای انتقال چندین ماده مغذی کلیدی مانند پروتئین، مواد معدنی و ریزمغذی‌ها محسوب می‌شود [۶]. برای دستیابی به فواید سلامت‌بخش، پروبیوتیک‌ها بایستی هم در ماتریکس غذایی طی نگهداری و هم پس از مصرف طی عبور از معده و روده زنده بمانند و در هنگام رسیدن به روده بزرگ تعدادشان کافی باشد. از اینرو پروبیوتیک‌ها در زمان مصرف باید حداقل زنده‌مانی 10^6 - 10^7 واحد کلنی در میلی‌لیتر یا گرم را در غذای حامل داشته باشند [۷]. زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها در ماست تحت تاثیر فاکتورهای زیادی مانند غلظت اسید لاکتیک، پراکسید هیدروژن و باکتریوسین‌هایی که اساسا توسط استارتر تولید می‌شوند، قرار دارد [۸]. در نتیجه تلقیح پری‌بیوتیک‌ها در چنین محصولاتی یکی از راهکارهای مهم برای حفظ زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها در حداقل سطح می‌باشد. پری‌بیوتیک‌ها اجزای غذایی هستند که رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید را بهبود می‌بخشند [۹]. غذاهای گیاهی مختلف مانند حبوبات بعنوان پری‌بیوتیک به وفور استفاده می‌شوند [۱۰]. بعنوان مثال آرد نخود قابل هضم بوده و حاوی مقادیر زیادی آمینواسید مانند آرژنین و لیزین می‌باشد [۱۱]. به سبب فیبر و محتوای پروتئینی بالا، آرد نخود یک پری‌بیوتیک بالقوه برای گونه‌های پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس می‌باشد [۱۰]. آرد نخودچی غنی از فیبر و مواد پروتئینی و دیگر مواد پری‌بیوتیکی است. بعنوان یک جز تشکیل‌دهنده مواد غذایی، احتمالا بتواند ارزش تغذیه‌ای و خواص عملکردی مواد غذایی را بهبود بخشد. مطالعات اخیر نشان‌دهنده تلقیح موفقیت آمیز آرد نخودچی در ماست بوده است [۱۲]. لاکتوباسیلوس‌ها باکتری‌های غیراسپورزا، بی‌هوازی و گرم مثبت هستند. بسیاری از گونه‌های لاکتوباسیلوس‌ها در

محصولات غذایی تخمیری بویژه در صنایع لبنی تخمیری مانند تولید پنیر، ماست و دیگر محصولات شیری تخمیری بکار رفته‌اند. این باکتری‌ها نیازهای غذایی پیچیده‌ای داشته و در محیط‌های مختلفی مانند اندام‌های مخاطی انسان و حیوان و مواد گیاهی و غیره یافت می‌شوند. برای افزایش ایمنی، حفظ تعادل فلور میکروبی روده و جلوگیری از عفونت معدی و روده‌ای مهم هستند [۱۳]. لاکتوباسیلوس پاراکازئی از خانواده لاکتوباسیلوس بوده که در دهان و روده انسان وجود دارد که دارای دامنه گسترده‌ای از pH و دما است و به طور گسترده‌ای در محصولات لبنی و نوشیدنی‌های تخمیری مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۴]. ماده غذایی که به طور همزمان حاوی باکتری‌های پروبیوتیک و ترکیبات پری‌بیوتیک باشد، فرآورده سین‌بیوتیک نامیده می‌شود [۱۵]. مطالعات زیادی در مورد محصولات پروبیوتیک و سین‌بیوتیک انجام شده است. در مطالعه ای ماست پروبیوتیک غنی شده با آرد نخودچی تولید شده و خواص فیزیوشیمیایی و زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک طی نگهداری بررسی شده است. در این تحقیق باکتری‌های پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم و آرد نخودچی با غلظت‌های ۰، ۱، ۲/۵ و ۵ درصد بکاررفته است. طی ۵ هفته نگهداری در یخچال در همه نمونه‌های ماست، تعداد پروبیوتیک‌ها بالاتر از کمترین سطح قابل قبول (10^6 واحد کلنی در گرم) بوده است. در این مطالعه آرد نخودچی تاثیر معنی‌دار بر زنده‌مانی باکتری‌ها طی نگهداری نداشته اما در حضور عصاره شبیه سازی شده معدی و روده‌ای با ۳/۴ درصد صفرا، اثرات مفیدی بر زنده‌مانی هردو گونه داشته است. اسیدپته، ماده خشک، خاکستر، ظرفیت نگهداری آب و ویسکوزیته نمونه‌ها با افزایش مقدار آرد نخودچی افزایش یافته و سینریزیس کاهش یافته است [۱۶]. مویب زاده و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای، تاثیر ترانس گلوتامیناز میکروبی و کازئینات سدیم در ماست پروبیوتیک محتوی باکتری لاکتوباسیلوس کازئی بدون چربی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که استفاده از گلوتامیناز و کازئینات سدیم به طور معنی‌داری موجب افزایش ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها و زنده‌مانی باکتری لاکتوباسیلوس پارا کازئی گردید. [۱۷]. چاوچولی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که غنی سازی ماست بدون چربی و پرچرب با عصاره دانه انگور تاثیر معنی دار بر زنده‌مانی لاکتوباسیلوس‌ها

محلی ارومیه تهیه و با آسیاب برقی (ناسیونال ساخت ایران) آسیاب شد و سپس جهت بدست آوردن ذرات با اندازه یکنواخت از الک با مش ۶۰ عبور داده شد. مشخصات شیر شامل چربی شیر به روش ژربر، پروتئین به روش کلدال، دانسیته توسط پیکنومتر، اسیدیته با تیتراسیون، pH توسط pH متر و ماده خشک از طریق خشک کردن در آون تعیین شد [۲۰]. چربی آرد نخودچی به روش سوکسله و پروتئین به روش کلدال تعیین شد [۲۱ و ۲۲]. مشخصات پوره سیب توسط شرکت سازنده گزارش شد (جدول ۱). استارتر تجاری ماست *YC-XII* (کشت مخلوط *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیر گونه بولگاریکوس) و باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* زیر گونه پاراکازئی *L. Casei 431* بصورت خشک شده انجمادی از شرکت کریستن هانسن دانمارک تهیه شد. از دستگاه‌های ترازو حساس مدل ANDGF-300 با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم ساخت آلمان، pH متر مدل Mettler ساخت سوئیس، انکوباتور معمولی memmert ساخت آلمان، اتوکلاو memmert ساخت آلمان، سانتریفوژ ژربر، شمارشگر کلنی Via Novara89.20153 Milano International P.B.I.S.P.A ساخت ایتالیا، هود میکروبی Jajteb(70RS) ساخت ایران، مخلوط کن پاناسونیک Mx-J120P ساخت ژاپن، کوره مدل فن عظمیا گستر و ویسکومتر بروکفیلد (DV- II+Pro, No.M/03-165-b0707 استفاده شد.

نداشت. اما زنده‌مانی لاکتوباسیلوس‌ها در ماست بدون چربی بیشتر از ماست پر چرب بود [۱۸]. مهدیان و همکاران (۱۳۹۴) تاثیر افزودن فیبر چغندر و ریزپوشانی باکتری لاکتوباسیلوس کازئی در آلزینات کلسیم را بر خواص فیزیکی‌شیمیایی، حسی و زنده‌مانی باکتری‌ها در ماست بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که میزان فیبر چغندر و حالت افزودن باکتری پروبیوتیک اثری بر pH نمونه‌ها نداشت. اما اسیدیته نمونه‌ها با افزایش فیبر به طور معنی‌داری افزایش و میزان آب‌اندازی نمونه‌ها با افزایش درصد فیبر چغندر کاهش یافت. ریزپوشانی باکتری لاکتوباسیلوس کازئی و استفاده از فیبر چغندر منجر به بهبود بقاء آن طی زمان نگهداری شد. افزودن فیبر چغندر موجب کاهش امتیازهای طعم و بافت و افزایش امتیاز رنگ شد [۱۹].

در این تحقیق تاثیر پری‌بیوتیکی آرد نخودچی بر باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* در ماست میوه‌ای و خواص حسی، فیزیکی و شیمیایی آن بررسی شده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

شیر گاو از یک دامداری در شهر ارومیه و پوره سیب بصورت استریل از شرکت ترش نارین تهیه شد. نخودچی از فروشگاه

Table 1 Properties of milk, chickpea flour and apple puree

| | pH | Acidity | Density | Protein (%) | Fat (%) | Dry matter (%) | Ash (%) | Brix |
|----------------|------------|-----------------|------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------|
| Milk | 6.64±0.02 | 14.5 ± 0.2 (°D) | 1.030±0.00 | 3.06± 0.05 | 3.6 ±0.34 | 12.69±0.02 | - | - |
| Chickpea flour | - | - | - | 21.4 ± 0.08 | 5.98 ± 0.12 | 93.65 ±0.03 | 3.15 ± 0.07 | - |
| Apple puree | 4.17 ±0.98 | 0.29 ±0.05(%) | - | - | - | - | - | 37 ±1 |

به میزان ۰/۰۰۲ درصد وزنی/وزنی و باکتری لاکتوباسیلوس پاراکازئی مطابق دستورالعمل شرکت تولید کننده به میزان ۰/۰۳ g/kg milk تلقیح شد. پس از مخلوط شدن به ظروف ماست بندی استریل حاوی ۱۵ درصد پوره سیب منتقل شد. نمونه‌ها در گرمخانه با دمای ۴۲ درجه سانتیگراد با کنترل مداوم pH نگهداری شدند. به محض رسیدن pH به ۰/۱ ± ۴/۶ نمونه‌ها تا ۴ درجه سانتیگراد سرد و در یخچال ۱ ± ۴ درجه سانتیگراد تا روز آزمایش نگهداری شدند. در زمان نمونه برداری، نمونه‌ها کاملاً همزده و همگن گردیدند.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه ماست

تهیه ماست میوه‌ای به روش set yoghurt بود. بدین منظور ابتدا شیر تا دمای ۶۰ درجه سانتیگراد گرم شد. سپس مطابق طرح آزمایشی (جدول ۲) مقدار لازم از آرد نخودچی به شیر اضافه گردید و مدت ۱ دقیقه در مخلوط کن بطور کامل مخلوط شد. سپس در دمای ۸۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه پاستوریزه گردید و تا ۴۳ درجه سانتیگراد سرد و در همین دما استارتر ماست (کشت مخلوط *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیر گونه بولگاریکوس)

سانتیگراد و سرعت ۳۰ rpm تعیین شد [۲۵].

۲-۲-۶- ارزیابی حسی

نمونه‌های ماست بصورت تصادفی کدبندی شده و توسط ۲۰ ارزیاب آشنا با محصول بر اساس روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (۵: مطلوب‌ترین و ۱: نامطلوب‌ترین) مورد ارزیابی طعم و قوام قرار گرفت [۲۶].

۲-۲-۷- آنالیز آماری

در این تحقیق، از روش سطح پاسخ (RSM^2) و از طرح مرکزی مرکب (FCCD) استفاده شد. متغیرهای مستقل شامل میزان آرد نخودچی در سه سطح (۰، ۱/۵ و ۳٪) و زمان نگهداری در سه سطح (۱، ۱۱ و ۲۱ روز) بودند. تعداد نمونه‌های آزمایشی برابر ۱۳ عدد بود که در این میان ۵ آزمون تکرار در نقطه مرکزی بودند که از این نقاط برای تعیین خطای آزمایش استفاده شد. داده‌های به دست آمده توسط نرم افزار SAS 9.1.0 مدل‌سازی شده و شکل‌های سه بعدی این طرح (منحنی‌های سطح پاسخ) جهت بررسی رابطه میان پاسخ و متغیرهای مستقل رسم گردید. آنالیز رگرسیون با مدل درجه دوم زیر انجام گرفت:

$$y = \beta_0 + \sum \beta_i x_i + \sum \beta_{ii} x_i^2 + \sum \beta_{ij} x_i x_j$$

که y پاسخ پیش‌بینی شده، β_0 ضریب ثابت، β_i اثر خطی، β_{ii} اثر مربعات و β_{ij} اثر متقابل می‌باشند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- شمارش لاکتوباسیلوس پاراکازئی

باتوجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) تاثیر زمان نگهداری، مقدار آرد نخودچی، تاثیر متقابل زمان و مقدار آرد و تاثیر مربعی مقدار آرد بر زنده مانی باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس پاراکازئی معنی‌دار بود ($P < 0.05$). شکل ۱ تاثیر مقدار آرد نخودچی و زمان نگهداری را بر تعداد باکتری لاکتوباسیلوس پاراکازئی نشان می‌دهد. همانطور که از شکل مشخص است با افزایش مقدار آرد تا سطح ۰/۵ درصد تعداد باکتری‌ها افزایش یافته است. ولی با افزایش بیشتر مقدار آرد تعداد باکتری‌ها کاهش یافت. این نتایج مشابه نتایج بدست آمده توسط نادعلی و همکاران (۱۳۹۴) می‌باشد. آنها گزارش کردند با افزایش مقدار آرد عدس تا ۲/۵ درصد تعداد باکتری‌های پروبیوتیک افزایش یافت ولی با افزایش بیشتر آرد

Table 2 Experimental design on the basis of FCCD¹ and two variables (chickpea flour and storage time)

| RUN | storage time (coded) | chickpea flour (coded) | chickpea flour (%) | storage time (day) |
|-----|----------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | -1 | -1 | 0 | 1 |
| 2 | -1 | 1 | 3 | 1 |
| 3 | 1 | -1 | 0 | 21 |
| 4 | 1 | 1 | 3 | 21 |
| 5 | 1 | 0 | 1.5 | 1 |
| 6 | 1 | 0 | 1.5 | 21 |
| 7 | 0 | -1 | 0 | 11 |
| 8 | 0 | 1 | 3 | 11 |
| 9 | 0 | 0 | 1.5 | 11 |
| 10 | 0 | 0 | 1.5 | 11 |
| 11 | 0 | 0 | 1.5 | 11 |
| 12 | 0 | 0 | 1.5 | 11 |
| 13 | 0 | 0 | 1.5 | 11 |

۲-۲-۲- شمارش لاکتوباسیلوس پاراکازئی

برای شمارش لاکتوباسیلوس پاراکازئی در نمونه‌های ماست، از محیط MRS agar حاوی ونکومایسین به مقدار ۱۰mg/Lit و روش پورپلیت استفاده گردید. شمارش بعد از ۷۲ ساعت گرم‌خانه‌گذاری بصورت بی‌هوازی با استفاده از جار بی‌هوازی و گاز پک در ۳۷ °C انجام شد [۲۳].

۲-۲-۳- آزمون‌های شیمیایی

pH نمونه‌ها با استفاده از pH متر دیجیتالی کالیبره شده، اسیدیته از طریق تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن pH به ۸/۳ و رطوبت نمونه‌ها به روش خشک‌کردن در آون معمولی در دمای ۱۰۳±۲ درجه سانتیگراد و خاکستر به روش سوزاندن در کوره با دمای ۵۰۰±۱۰ درجه سانتیگراد تعیین شد [۲۰].

۲-۲-۴- سینرزیس

مقدار ۲۵ گرم نمونه ماست بروی کاغذ صافی در داخل قیف بروی ارلن مایر قرار گرفت و مقدار سرم جدا شده به مدت ۲ ساعت در دمای یخچال تعیین و به عنوان شاخص سینرزیس تعیین شد [۲۴].

۲-۲-۵- ویسکوزیته ظاهری

ویسکوزیته نمونه‌ها با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (DV-II+Pro, No.M/03-165-b0707) اندازه‌گیری شد. بدین منظور مقدار ۲۵۰ میلی‌لیتر نمونه و اسپندل شماره ۶۳ بکار رفت. ویسکوزیته ظاهری تمام نمونه‌ها در دمای ۱ ± ۲۰ درجه

می‌باشد. معادله پیشگویی‌کننده زیر برای تعداد لاکتوباسیلوس پاراکازئی نمونه‌های ماست با استفاده از برازش داده‌ها به دست آمد:

$$L. casei = 8.409208 - 0.060662 * TIME - 0.065031 * FLOUR + 0.000849 * TIME * TIME + 0.013238 * TIME * FLOUR - 0.064479 * FLOUR * FLOUR$$

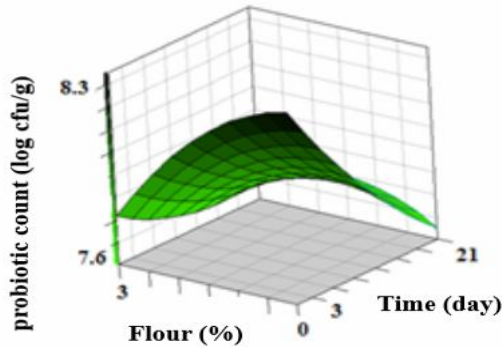


Fig 1 Interaction effect of storage time and chickpea flour on probiotic count

۲-۳- آزمون های شیمیایی

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۳) نشان داد تاثیر خطی زمان نگهداری و مقدار آرد نخودچی بر pH نمونه‌ها معنی‌دار بود ($P < 0.05$). با افزایش مقدار آرد pH نمونه‌ها کاهش (شکل ۲) یافت ($P < 0.05$). احتمالاً آرد نخودچی باعث دارا بودن مواد مغذی از جمله کربوهیدرات ها، چربی، پروتئین، ویتامین ها و مواد معدنی [۱۲] موجب تقویت رشد باکتری های آغازگر و در نتیجه توسعه بیشتر تخمیر و تولید اسید لاکتیک شده است. با توجه به شکل ۲ با گذشت زمان pH کاهش یافت ($P < 0.05$). که در نتیجه توسعه تخمیر با گذشت زمان است.

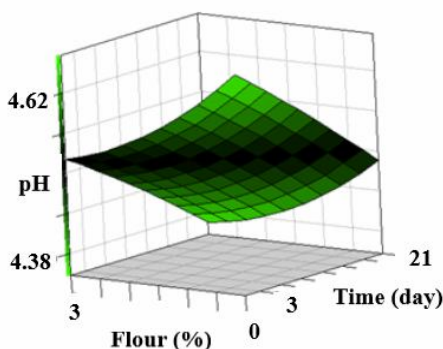


Fig 2 Effect of chickpea flour and storage time on pH of samples

با توجه به جدول ۳ ضریب تبیین و ضریب تبیین اصلاح شده در حد قابل قبول بود. بنابراین معادله پیشگویی‌کننده pH نمونه های ماست به شرح زیر است:

عدس تعداد باکتری‌ها کاهش یافت که افزایش زنده مانگی باکتری‌ها را به وجود مواد مغذی در آرد عدس و کاهش رشد باکتری‌ها در اثر افزایش بیشتر آرد عدس را به کاهش فعالیت آبی ماست نسبت داده اند [۲۷]. آرد نخودچی نیز بعلت دارا بودن مواد مغذی از جمله مواد قندی، پروتئینی، چربی، مواد معدنی و ویتامین‌ها منجر به افزایش زنده‌مانگی باکتری‌ها شده است ولی افزایش بیشتر آرد نخودچی بعلت جذب آب و افزایش ماده خشک همچنین افزایش اسیدیته منجر به کاهش تعداد باکتری‌ها شد [۲۸]. با گذشت زمان تعداد باکتری‌ها کاهش یافت (شکل ۱) که می‌تواند در نتیجه کاهش pH اثر توسعه تخمیر در محصولات تخمیری طی نگهداری باشد. به هر حال تعداد باکتری‌های پروبیوتیک در پایان دوره نگهداری (۲۱ روز) در حد سلامتی ($10^6 - 10^8$ cfu/g) باقی ماند [۲۹]. با توجه به اثر متقابل زمان نگهداری و آرد نخودچی بر زنده‌مانگی باکتری‌ها، طی نگهداری با افزایش مقدار آرد نخود-چی، زنده‌مانگی کاهش یافت. در روزهای ۱ و ۱۱، روند مشابهی دیده شد یعنی با افزایش مقدار آرد نخودچی تا سطح ۰/۵ درصد، تعداد باکتری‌ها افزایش یافت و با افزایش بیشتر آن، زنده‌مانگی باکتری‌ها کاهش یافت. بطور مثال در روز ۱۱ نمونه‌های شاهد، ۷/۸۵۴ سیکل لگاریتمی، نمونه‌های حاوی ۰/۵ درصد آرد نخودچی ۷/۸۷۶، نمونه‌های حاوی ۱/۵ درصد آرد نخودچی، ۷/۸۲۹ سیکل لگاریتمی و نمونه‌های حاوی ۳ درصد آرد، ۷/۵۲۸ سیکل لگاریتمی پروبیوتیک داشتند. ولی در روز ۲۱، با افزایش مقدار آرد نخودچی تا سطح ۱/۵ درصد، تعداد باکتری‌ها افزایش و با افزایش بیشتر آن، تعداد باکتری‌ها کاهش یافت بطوریکه نمونه‌های حاوی ۱/۵ درصد آرد نخودچی، بالاترین زنده‌مانگی را در مقایسه با نمونه‌های دیگر همان روز داشتند (۷/۶۸۷ سیکل لگاریتمی). بطورکلی تمامی نمونه‌ها در روز ۲۱ زنده‌مانگی کمتری نسبت به نمونه‌های روزهای ۱ و ۱۱ داشتند. احتمالاً اثر پری بیوتیکی آرد نخودچی بر زنده‌مانگی باکتری‌ها در روز ۲۱ توانسته اثر منفی زمان نگهداری را که ناشی از توسعه تخمیر است جبران نماید و نمونه‌های حاوی ۱/۵ درصد آرد، زنده‌مانگی بالاتری در مقایسه با نمونه‌های شاهد و حاوی ۳ درصد آرد در روز ۲۱، داشتند. ولی سطوح بالاتر آرد با کاهش فعالیت آبی نمونه‌ها، باعث کاهش زنده‌مانگی شد.

با توجه به جدول آنالیز واریانس (جدول ۳) معادله نهایی دارای عدد F معنی دار و ضریب تبیین^۳ و ضریب تبیین اصلاح شده^۴ قابل قبول است که نشان دهنده تطبیق داده‌ها با مدل

3. R2

4. R2Adj

کاهش یافت ($P < 0.05$). این نتایج با نتایج بدست آمده توسط نادعلی و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت دارد [۲۷]. در این تحقیق رطوبت نمونه‌های ماست با افزایش مقدار آرد عدس کاهش یافته که دلیل آن افزایش ماده جامد کل بیان شده است. زمردی (۱۳۹۱) و عظیمی و همکاران (۱۳۹۲) نیز نشان دادند که با افزایش فیبر گندم و فیبر پرتقال بعلت آب‌کافتی شدن فیبر موجب کاهش درصد رطوبت ماست میوه‌ای شده است [۳۱] و [۳۲]. آرد نخودچی نیز با جذب آب منجر به کاهش رطوبت و افزایش ماده خشک شد. با توجه به جدول ۳ ضریب تبیین و ضریب تبیین اصلاح شده در حد قابل قبول بود. بنابراین معادله پیشگویی کننده رطوبت نمونه‌های ماست به شرح زیر است:

$$\text{Moisture} = 90.03788 - 0.019283 * \text{TIME} - 7.289121 * \text{FLOUR} - 0.011424 * \text{TIME} * \text{TIME} + 0.072216 * \text{TIME} * \text{TIME} + 1.249519 * \text{FLOUR} * \text{FLOUR}$$

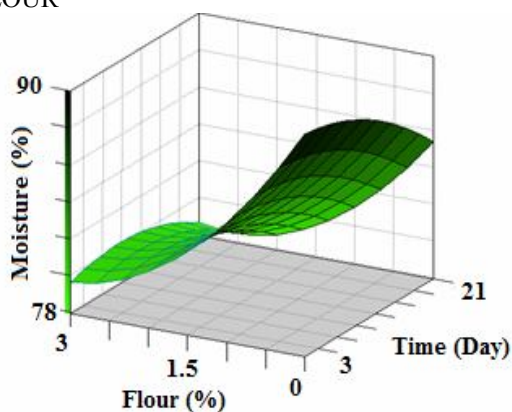


Fig 4 Effect of chickpea flour and storage time on moisture of samples.

مقدار رطوبت نمونه‌ها با گذشت زمان نیز کاهش یافت (شکل ۴). شیب کاهش رطوبت با زمان ملایم تر از شیب کاهش رطوبت با افزایش آرد بود (شکل ۴). علت کاهش رطوبت با گذشت زمان می‌تواند ناشی از سینزریس و تبخیر آب از نمونه‌ها باشد. چون ظروف بسته بندی غیرقابل نفوذ به هوا نبودند. نتایج آنالیز واریانس (جدول ۳) نشان داد تاثیر مقدار آرد بر خاکستر نمونه‌ها معنی دار بود ($P < 0.05$).

شکل ۵ تاثیر آرد نخودچی بر درصد خاکستر نمونه‌ها را نشان می‌دهد. با افزایش مقدار آرد درصد خاکستر نیز افزایش یافت ($P < 0.05$). با توجه به اینکه آرد نخودچی دارای خاکستر می‌باشد (جدول ۱) بنابراین با افزایش مقدار آرد نخودچی خاکستر نیز افزایش یافت. سیدهو و همکاران (۲۰۲۰) نیز به

$$\text{pH} = 4.68536 - 0.00909 * \text{TIME} - 0.092161 * \text{FLOUR} - 0.000064 * \text{TIME} * \text{TIME} + 0.000667 * \text{TIME} * \text{FLOUR} + 0.01272 * \text{FLOUR}$$

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۳) نشان داد تاثیر مقدار آرد نخودچی بر اسیدیته نمونه‌ها معنی دار بود ($P < 0.05$). با افزایش مقدار آرد اسیدیته نمونه‌ها افزایش یافت ($P < 0.05$) (شکل ۳). بنابراین آرد نخودچی با افزایش فعالیت متابولیکی باکتری‌ها منجر به افزایش اسیدیته شده است. اسیدیته قابل تیتراسیون بطور عکس با pH مرتبط است [۱۶]. عامل اصلی توسعه اسیدیته در ماست تخمیر شیر توسط باکتری‌های لاکتیک اسید می‌باشد. لاکتوز شیر توسط باکتری‌های آغازگر و پروبیوتیک‌ها طی تخمیر به اسید لاکتیک تبدیل می‌شود. که منجر به افزایش اسیدیته ماست می‌گردد [۳۰]. سیدهو و همکاران (۲۰۲۰) نیز در بررسی استفاده از آرد نخودچی بعنوان پری‌بیوتیک در ماست گزارش کردند با افزایش مقدار آرد نخودچی تا ۱ درصد اسیدیته نمونه‌ها تغییر نکرد ولی با افزایش آرد نخودچی بیش از ۱ درصد باعث افزایش اسیدیته شد که علت آن را اثر پری‌بیوتیکی آرد نخودچی بر تقویت رشد باکتری‌های آغازگر و پروبیوتیک‌ها بیان کردند [۱۶]. با توجه به جدول ۳ ضریب تبیین و ضریب تبیین اصلاح شده در حد قابل قبول بود. بنابراین معادله پیشگویی کننده اسیدیته نمونه‌ها ی ماست به شرح زیر است:

$$\text{Acidity} = 0.856114 + 0.005748 * \text{TIME} + 0.0652477 * \text{FLOUR} - 5.9086E * \text{TIME} * \text{TIME} - 0.003677 * \text{TIME} * \text{FLOUR} + 0.0113785 * \text{FLOUR} * \text{FLOUR}$$

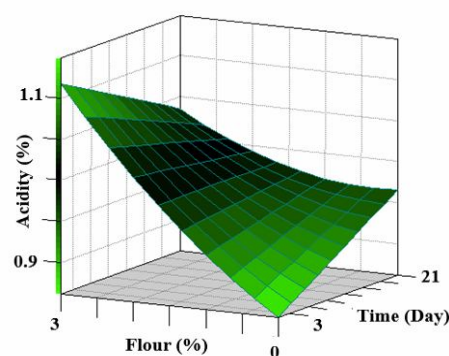


Fig 3 Effect of chickpea flour on acidity of samples.

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۳) نشان داد تاثیر خطی زمان نگهداری و مقدار آرد و تاثیر مربعی مقدار آرد بر رطوبت نمونه‌ها معنی دار بود ($P < 0.05$). همانطور که در شکل ۴ مشخص است با افزایش مقدار آرد نخودچی رطوبت نمونه‌ها

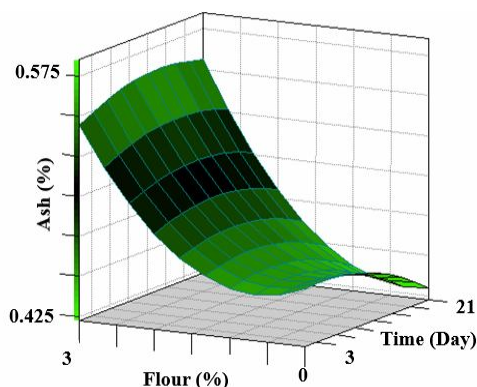


Fig 5 The effect of chickpea flour on ash of samples.

نتایج مشابهی دست یافتند. آنها گزارش کردند که با افزایش مقدار آرد نخودچی در ماست، اسیدیته، ماده خشک و خاکستر افزایش یافت [۱۶]. با توجه به جدول ۳ ضریب تبیین و ضریب تبیین اصلاح شده در حد قابل قبول بود. بنابراین معادله پیشگویی کننده خاکستر نمونه های ماست به شرح زیر است:

$$\text{Ash} = 0.45808 + 0.000804 * \text{TIME} + 0.02485 * \text{FLOUR} - 0.000117 * \text{TIME} * \text{TIME} + 0.000798 * \text{TIME} * \text{FLOUR} + 0.020011 * \text{FLOUR} * \text{FLOUR}$$

Table 3 ANOVA of *Lactobacillus para casei* count and chemical properties of samples

| MS | | | | | | |
|--------------------------|----|-------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Source | DF | <i>L.casei</i> (log cfu/g) | pH | Acidity (%) | Moisture (%) | Ash (%) |
| Time | 1 | 0.29291* | 0.05415* | 6.245E-6 ^{ns} | 15.80188* | 0.000198 ^{ns} |
| Flour | 1 | 0.1771942* | 0.0294* | 0.046873* | 101.8108* | 0.026082* |
| Time*time | 1 | 0.019892 ^{ns} | 0.000112 ^{ns} | 9.641E-7 ^{ns} | 3.604447 ^{ns} | 0.000378 ^{ns} |
| Time*flour | 1 | 0.1571* | 0.0004 ^{ns} | 0.012168 ^{ns} | 4.693663 ^{ns} | 0.000573 ^{ns} |
| Flour*flour | 1 | 0.058132* | 0.002262 ^{ns} | 0.001809 ^{ns} | 21.83028* | 0.005599 ^{ns} |
| Model | 5 | 0.136706* | 0.017256* | 0.012226* | 28.83061* | 0.00651* |
| Linear | 2 | 0.23243* | 0.041775* | 0.02344* | 58.80633* | 0.01314* |
| quadratic | 2 | 0.030481* | 0.001164* | 0.00104* | 10.92337* | 0.002848* |
| error | 7 | 0.009625 | 0.002145 | 0.002829 | 1.97993 | 0.001313 |
| Lack of fit | 3 | 0.20093 ^{ns} | 0.002471 ^{ns} | 0.06335 ^{ns} | 1.802329 ^{ns} | 0.001312 ^{ns} |
| Pure error | 4 | 0.001774 | 0.0019 | 0.000199 | 2.113131 | 0.001314 |
| R ² | - | 91.03% | 85.18% | 75.53% | 91.23% | 77.98% |
| R ² Adj | - | 84.62% | 74.59% | 58.05% | 84.96% | 62.25% |
| Coefficient of variation | - | 1.258927 | 1.031631 | 5.356508 | 1.710072 | 7.409582 |

* significant at 0.05 level ^{ns} not significant

نگهداری آب در ماست مرتبط است. سیدهو و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که با افزایش مقدار آرد نخودچی سینریزس نمونه های ماست کاهش یافته که علت آن را بالا بودن محتوای پروتئینی، چربی و فیبر در نخودچی بیان کرده اند [۱۶]. افزایش ماده خشک موجب افزایش اتصال آب به پروتئین ها [۳۶] و در نتیجه کاهش سینریزس می شود که نتایج این تحقیق را تایید می کند. با توجه به جدول ۴ ضریب تبیین و ضریب تبیین اصلاح شده در حد قابل قبول بود. بنابراین معادله پیشگویی کننده سینریزس نمونه های ماست به شرح زیر است:

$$\text{Syneresis} = 31.43276 - 0.159065 * \text{TIME} - 1.594728 * \text{FLOUR} + 0.017905 * \text{TIME} * \text{TIME} - 0.029533 * \text{TIME} * \text{FLOUR} - 0.396544 * \text{FLOUR} * \text{FLOUR}$$

۳-۳- سینریزس

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۴) نشان داد تاثیر مقدار آرد نخودچی بر سینریزس نمونه ها معنی دار بود ($P < 0.05$). با افزایش مقدار آرد نخودچی سینریزس نمونه ها کاهش یافت (شکل ۶). این نتایج با نتایج سایر تحقیقات مطابقت دارد. بلکر و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند افزودن اینولین به ماست و سایر شیرهای تخمیری موجب کاهش سینریزس می شود [۳۳]. زمردی و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند نمونه های ماست حاوی فیبر سیب و گندم نسبت به نمونه های شاهد سینریزس کمتری داشتند [۳۴]. ظرفیت نگهداری آب در ماست اساسا به توانایی گلبول های چربی و پروتئین ها برای نگهداری آب بستگی دارد و آرد نخودچی به علت داشتن چربی و پروتئین زیاد باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در ماست می شود [۳۵]. سینریزس معمولا بطور عکس با ظرفیت

احتمالا آرد نخودچی با افزایش ماده خشک و کاهش سینرزیس منجر به افزایش ویسکوزیته ظاهری شده است. از طرفی فرناندز گارسیا و مک گریگور (۱۹۹۷) نشان دادند فیبرهای ذرت و برنج بعلت برهمکنش بین الیگو ساکاریدها و پلی ساکاریدها با پروتئین های شیر ویسکوزیته ظاهری را افزایش می دهند [۳۸]. مدلر و همکاران (۱۹۸۳) گزارش کردند افزودن ترکیبات پروتئینی موجب افزایش ویسکوزیته ظاهری می شود [۳۹]. سیدهو و همکاران نیز افزایش ویسکوزیته با افزایش مقدار آرد نخودچی را گزارش کردند [۱۶]. آرد نخودچی نیز حاوی پروتئین و کربوهیدرات می باشد. بنابراین احتمالا با افزایش محتوای پروتئینی و همچنین برهمکنش کربوهیدرات های آن با پروتئین های شیر منجر به افزایش ویسکوزیته شده است. افزایش ویسکوزیته با گذشت زمان احتمالا به سبب کاهش رطوبت بود.

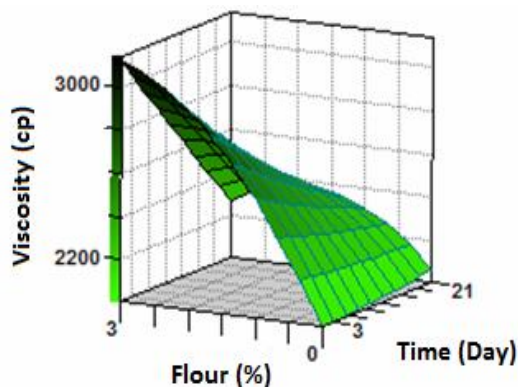


Fig 7 The effect of chickpea flour and storage time on viscosity of samples.

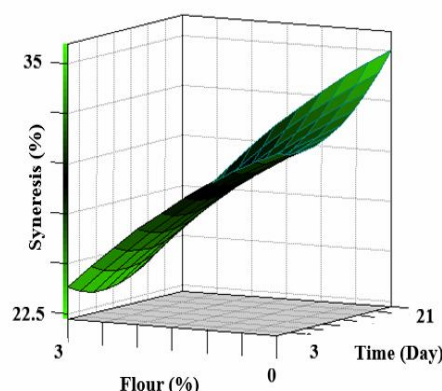


Fig 6 The effect of chickpea flour on syneresis of samples.

۳-۴- ویسکوزیته ظاهری

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۴) نشان داد تاثیر زمان نگهداری و مقدار آرد بر ویسکوزیته نمونه ها معنی دار بود ($P < 0.05$). با توجه به جدول ۴ ضریب تبیین و ضریب تبیین اصلاح شده در حد قابل قبول بود. بنابراین معادله پیشگویی کننده ویسکوزیته نمونه های ماست به شرح زیر است:

$$\text{Viscosity} = 2004.284 + 1.127184 * \text{TIME} + 716.2259 * \text{FLOUR} + 0.102931 * \text{TIME} * \text{TIME} - 18.11667 * \text{TIME} * \text{FLOUR} - 106.3142 * \text{FLOUR} * \text{FLOUR}$$

با گذشت زمان نگهداری و افزایش مقدار آرد نخودچی ویسکوزیته ظاهری نمونه ها افزایش یافت (شکل ۷). عواملی چون ترکیب شیر و مقدار ماده خشک آن، دما و زمان حرارت دهی، نوع استراتژی مورد استفاده و شرایط نگهداری بر ویژگی های رئولوژیکی محصول نهایی تاثیر دارند [۳۷].

Table 4: ANOVA of syneresis, viscosity and sensory properties of samples

| Source | DF | MS | | | |
|--------------------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | Syneresis (%) | Viscosity (cp) | Flavor score | Consistency score |
| Time | 1 | 21.78636 ^{ns} | 339388.2* | 0.666667 ^{ns} | 0.166667 ^{ns} |
| Flour | 1 | 130.5077* | 529254* | 4.166667* | 6* |
| Time*time | 1 | 8.854676 ^{ns} | 292.6182 ^{ns} | 0.26601 ^{ns} | 0.434319 ^{ns} |
| Time*flour | 1 | 0.78496 ^{ns} | 295392.3 ^{ns} | 0 ^{ns} | 1 ^{ns} |
| Flour*flour | 1 | 2.198649 ^{ns} | 158036 ^{ns} | 0.099343 ^{ns} | 0.029557 ^{ns} |
| Model | 5 | 32.41527* | 268636.1* | 1.023165* | 1.521662* |
| Linear | 2 | 76.14703* | 434321.1* | 2.416667* | 3.083333* |
| quadratic | 2 | 4.498656* | 89572.98 ^{ns} | 0.141247 ^{ns} | 0.220822 ^{ns} |
| error | 7 | 5.512551 ^{ns} | 54764.91 | 0.302135 | 0.165846 |
| Lack of fit | 3 | 3.047433 | 10829.86 ^{ns} | 0.304981 ^{ns} | 0.120307 ^{ns} |
| Pure error | 4 | 7.361389 | 87716.2 | 0.3 | 0.2 |
| R ² | - | 80.77% | 77.80% | 70.75% | 86.76% |
| R ² Adj | - | 67.03% | 61.94% | 50.86 | 77.31% |
| Coefficient of variation | - | 8.240325 | 9.514159 | 15.53409 | 11.02946 |

* significant at 0.05 level ^{ns} not significant

۳-۵- ارزیابی حسی

با توجه به اهمیت ارزیابی حسی در کسب رضایت و پذیرش آن، نباید بررسی خواص حسی را از نظر دور داشت [۲۷]. در این تحقیق آرد نخودچی به منظور بهبود رشد پروبیوتیک و خواص کیفی ماست به آن اضافه گردید و برای جلوگیری از تاثیر منفی آن بر طعم ماست از پوره سیب استفاده شد. نتایج آنالیز واریانس (جدول ۴) نشان داد تاثیر مقدار آرد بر امتیاز طعم نمونه ها معنی دار بود ($P < 0.05$). با افزایش مقدار آرد نخودچی امتیاز طعم نمونه ها کاهش یافت (شکل ۸ a). بنابراین افزودن پوره سیب در سطح مورد مطالعه (۱۵٪) برای پوشش طعم آرد نخودچی در ماست میوه ای کافی نبود. با توجه به جدول ۴ ضریب تبیین و ضریب تبیین اصلاح شده در حد قابل قبول بود. بنابراین معادله پیشگویی کننده امتیاز طعم نمونه های ماست به شرح زیر است:

$$\text{Flavor} = 4.868621 - 0.101609 * \text{TIME} - 0.302682 * \text{FLOUR} + 0.003103 * \text{TIME} * \text{TIME} - 4.68E-17 * \text{TIME} * \text{FLOUR} - 0.084291 * \text{FLOUR} * \text{FLOUR}$$

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۴) نشان داد تاثیر مقدار آرد بر امتیاز قوام نمونه ها معنی دار بود ($P < 0.05$). با افزایش مقدار آرد نخودچی امتیاز قوام نیز افزایش یافت (شکل ۸ b). دلیل آن می تواند مشارکت اجزا آرد با میسل های کازئین در تشکیل ژلی با استحکام باشد [۴۰]. نمونه های دارای آرد نخودچی بیشتر، ویسکوزیته بالاتری داشتند (شکل ۷) و در ارزیابی حسی هم امتیاز قوام بالایی گرفتند. این نتایج مشابه نتایج آمده توسط نادعلی و همکاران (۱۳۹۴) می باشد که نشان دادند قوام ماست با افزایش ارد عدس افزایش یافت [۲۷]. با توجه به جدول ۴-۲ ضریب تبیین و ضریب تبیین اصلاح شده در حد قابل قبول بود. بنابراین معادله پیشگویی کننده امتیاز قوام نمونه های ماست به شرح زیر است:

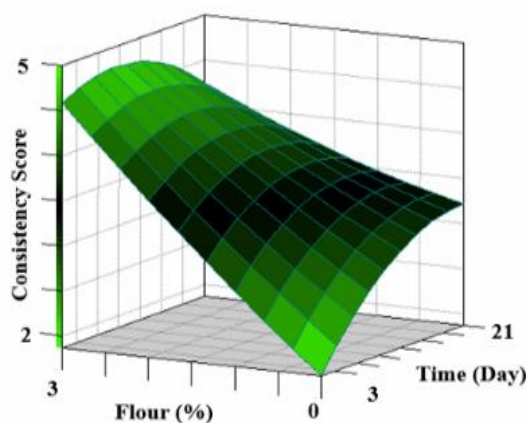
$$\text{Consistency score} = 1.717874 + 0.153908 * \text{TIME} + 0.895402 * \text{FLOUR} - 0.003966 * \text{TIME} * \text{TIME} - 0.033333 * \text{TIME} * \text{FLOUR} + 0.045977 * \text{FLOUR} * \text{FLOUR}$$

۴- بهینه سازی

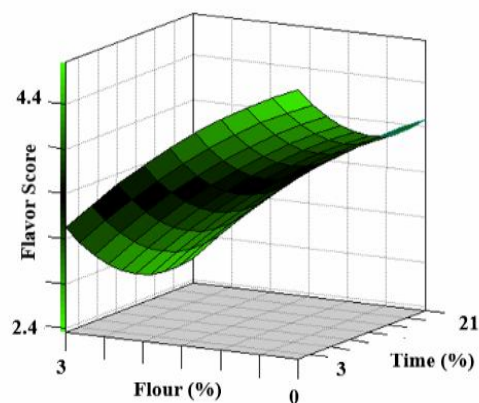
مبنای بهینه سازی به حداکثر رساندن زنده مانی لاکتوباسیلوس پاراکازئی، امتیاز طعم و قوام و به حداقل رساندن سینرزیس نمونه های ماست بود. نمودارهای مختلف کانتور بر روی هم قرار گرفت و منطقه ای که مشخصات تمام پاسخها را برآورد کرد، به عنوان منطقه بهینه معرفی شد [۴۱]. در شرایط بهینه مقدار آرد نخودچی ۲/۳۶ درصد و زمان نگهداری ۹ روز تعیین گردید. در این شرایط تعداد لاکتوباسیلوس پاراکازئی ۷/۷۱ سیکل لگاریتمی، امتیاز طعم و قوام به ترتیب ۳/۰۶ و ۴/۴۱ از نمره ۵ و سینرزیس ۲۴/۹۵ درصد بود.

۵- نتیجه گیری کلی

با توجه به مدل های تجربی بدست آمده توسط سطح پاسخ ارتباط بین متغیرهای مورد مطالعه مناسب تشخیص داده شد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که غلظت های متفاوت آرد نخودچی زنده مانی باکتری لاکتوباسیلوس پاراکازئی و خصوصیات کیفی ماست سیب را تحت تاثیر قرار می دهد. بر اساس نتایج بدست آمده، با افزایش مقدار آرد نخودچی تا سطح ۰/۵ درصد تعداد باکتری های لاکتوباسیلوس پاراکازئی افزایش یافت ولی با افزایش بیشتر مقدار آرد نخودچی، تعداد باکتری ها کاهش یافت. البته در بیشترین سطح آرد نخودچی



a



b

Fig 8 The effect of chickpea flour on a) flavor score and b) consistency score of samples.

- [7] Ranadheera, C.S., Evans, C.A., Baines, S.K., Balthazar, C.F., Cruz, A.G., Esmerino, E.A., Freitas, M.Q., Pimentel, T.C., Wittwer, A.E. and Naumovski, N. (2019). Probiotics in Goat Milk Products: Delivery Capacity and Ability to Improve Sensory Attributes. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 18: 867–882.
- [8] Mortazavian, A.M., Ghorbanipour, S., Mohammadifar, M.A. and Mohammadi, M. (2011). Biochemical Properties and Viable Probiotic Population of Yogurt at Different Bacterial Inoculation Rates and Incubation Temperatures. *Philippine Agricultural Scientist*. 94: 111–116.
- [9] Davani-Davari, D., Negahdaripour, M., Karimzadeh, I., Seifan, M., Mohkam, M., Masoumi, S.J., Berenjian, A. and Ghasemi, Y. (2019). Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications. *Foods*. 8- 92
- [10] Zare, F., Champagne, C.P., Simpson, B.K., Orsat, V. and Boye, J.I. (2012). Effect of the Addition of Pulse Ingredients to Milk on Acid Production by Probiotic and Yoghurt Starter Cultures. *LWT-food science and Technology*. 45: 155–160.
- [11] Youssef, M., Lafarge, C., Valentin, D., Lubbers, S. and Husson, F. (2016). Fermentation of Cow Milk and/or Pea Milk Mixtures by Different Starter Cultures: Physico-Chemical and Sensorial Properties *LWT-food science and Technology*. 69: 430–437
- [12] Hussein, H., Awad, S., El-Sayed, I. and Ibrahim, A. (2020). Impact of Chickpea as Prebiotic, Antioxidant and Thickener Agent of Stirred Bio-Yoghurt. *Annals of Agricultural Sciences*. 65: 49–58.
- [13] Chiang, S.S. and Pan, T.M. (2012). Beneficial effects of *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* NTU 101 and its fermented products. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 93:903–916
- [14] Randazzo, CL., Restuccia, C., Romano, AD. and Caggia, C. (2004). *Lactobacillus casei*, dominant species in naturally fermented Sicilian green olives. *International Journal of Food Microbiology*. 90(1): 9–14.
- [15] Aghajani, A., Purahtad, R. and Mahdavi Adeli, H. (2012). Production and storage of sunbittic yoghurt containing *Lactobacillus casei*. *Food Technology & Nutrition*. 1: 19-28.
- (۳/۷) در این مطالعه، همچنان تعداد باکتری‌ها در حد قابل قبول ($10^6 - 10^7$ cfu/g) بود. آرد نخودچی با افزایش فعالیت متابولیکی باکتری‌های آغازگر و پروبیوتیک‌ها و در نتیجه تولید اسیدلاکتیک بیشتر، باعث کاهش pH و افزایش اسیدیته شد. همچنین آرد نخودچی با جذب آب و افزایش ماده جامد کل و با دارا بودن مواد معدنی و خاکستر، باعث کاهش رطوبت و افزایش خاکستر نمونه‌ها شد. افزایش ماده خشک و محتوای پروتئینی نمونه‌ها و در نتیجه افزایش اتصال آب به پروتئین‌ها با افزایش سطح آرد نخودچی احتمالاً علت کاهش سینریزیس و افزایش ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها بود. نتایج آنالیز واریانس ارزیابی حسی نشان دهنده تاثیر معنی‌دار مقدار آرد نخودچی بر امتیازات طعم و قوام بود. علی‌رغم اینکه نمونه‌های ماست محتوی ۱۵ درصد پوره سیب بودند با افزایش مقدار آرد نخودچی امتیاز طعم نمونه‌ها کاهش یافت. ولی آرد نخودچی تاثیر مثبت بر امتیاز قوام نمونه‌ها داشت. بطوریکه با افزایش مقدار آرد امتیاز قوام نمونه‌ها نیز افزایش یافت.

۶- منابع

- [1] Hekmat, S. and Reid, G. (2006). Sensory properties of probiotic yogurt is comparable to standard yogurt. *Nutrition Research*. 26, 163-166.
- [2] Chukeatirote, E. (2003). Potential use of probiotics. *Songklanakarinn Journal Science Technology*. 25(2): 275-282.
- [3] Boyle, R.J. and Tang, M.L.K. (2006). The Role of Probiotics in the Management of Allergic Disease. *Clinical and experimental allergy*. 36:568–576.
- [4] Ranadheera, C.S., Vidanarachchi, J.K., Rocha, R.S., Cruz, A.G. and Ajlouni, S. (2017). Probiotic Delivery through Fermentation: Dairy vs. Non-Dairy Beverages. *Fermentation*. 3- 67.
- [5] Amund, O.D. (2016) Exploring the Relationship between Exposure to Technological and Gastrointestinal Stress and Probiotic Functional Properties of *Lactobacilli* and *Bifidobacteria*. *Canadian Journal of Microbiology*. 62: 715–725.
- [6] Ghadge, P.N., Prasad, K. and Kadam, P.S. (2008). Effect of Fortification on the Physico-Chemical and Sensory Properties of Buffalo Milk Yoghurt. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 7: 2890–2899.

- qualitative properties of doogh. *Journal of food research*. 23 (4): 567-580.
- [27] Nadali, N., Khosrowshahi Asl, A. and Zomorodi, Sh. (2014). Effect of red lentil flour and red grape concentrate on viability of *Bifidobacterium bifidum* and qualitative properties in set yoghurt. *Journal of food research*. 25 (1): 1-13.
- [28] Yousef, M., Nateghi, L. and Azadi, A. (2013). Effect of different concentration of fruit additives on some physicochemical properties of yoghurt during storage. *Annals of Biological Research*. 4: 244-249.
- [29] Donkor, O.N., Nilmini, S.L.I., stolic, P., Vasiljevic, T. and shah, N.P. (2006). Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. *International dairy journal*. 17:657-665.
- [30] Kotz, C.M., Furne, J.K., Savaiano, D.A. and Levitt, M.D. (1997). Factors Affecting the Ability of a High β -Galactosidase Yogurt to Enhance Lactose Absorption. *Journal of Dairy Science*. 77: 3538-3544.
- [31] Azimi Mahaleh, A., Zomorodi, Sh., Mohammadi Sani, A. and Ahmadzadeh Ghavidel, R. (2012). Study of the effect of orange fiber on physicochemical, rheological and sensorial properties of strawberry yoghurt with response surface methodology. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*. 1: 23- 34.
- [32] Zomorodi, S.H. (2012). Physicochemical, rheological and sensory properties of fruit yoghurt fortified by wheat. *Journal of food research*, 22(4): 443-454. roperties and antioxidant activity of non-fat probiotic yogurt. *Journal of food research*. 23 (3): 423-434.
- [33] Blecker, C., Chevalier, J.P., Van Herck, J.C., Foungnies, C., Deroane, C. and Paquot, M. (2001). Inulin: Its physiochemical properties and technological functionality. *Recent research development in Agriculture and food chemistry*. 5:125-131.
- [34] Zomorodi, Sh., Aberoon, N. and Khosrowshahi Asl, A. (2015). Increase the survival of *Lactobacillus acidophilus* and improved quality properties of senbiotic yogurt using apple and wheat fibers. *Journal of food science and technology*. 48 (12): 203-214.
- [35] Wu, H., Hulbert, G.J. and Mount, J.R. (2000). Effects of Ultrasound on Milk Homogenization and Fermentation with
- [16] Sidhu, M.K., Lyu, F., Sharkie, T.P., Ajlouni, S. and Ranadheera, C.S. (2020). Probiotic Yogurt Fortified with Chickpea Flour: Physico-Chemical Properties and Probiotic Survival during Storage and Simulated Gastrointestinal Transit. *Foods*. 9: 1144.
- [17] Moayedzadeh, S., Khosrowshahi Asl, A. and Zomorodi, S.H. (2015). The effect of microbial enzyme of transglutaminase on qualitative properties of probiotic yoghurt fortified with sodium caseinate. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*. 3: 89-96.
- [18] Chouchouli, V., Kalogero poulos, N., koteles, S.J. and Karvela, E. 2013. Fortification of yoghurt with grape (*Vitisvinifera*) seedextracts. *LWT – Food Science and Technology*. 53:522-529.
- [19] Mahdian, E., Karajian, R. and vagae, T. 2015. Study of effect of microencapsulation in calcium Alginate and adding of sugar beet fiber on survival of *Lactobacillus Casei* LC01 and qualitative properties of probiotic yoghurt. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*. 3:57-67.
- [20] AOAC. Official methods of Anallsis. 1997. Washington DC: Association of official analytical chemists.
- [21] AOAC. Official Methods of Analysis. 2008.17th ed. Gaithersburg: Association of Official Analytical Chemists International.
- [22] Iranian National standard. 2015. Cereals and pulses – Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content – kjeldahl method. 1st Edition. 19052.
- [23] Aryama, K.J. and MC Grew, P. (2007). Quality attributes of yoghurt with *Lactobacillus casei* and Various prebiotics. *Lebensmittel wissenschaft Technology*. 40:1808-1814.
- [24] Tammime, A.Y., Barrantes, E. and Sword, A.M. (1996). The effects of starch based fat substitutes on the microstructure of set-style yoghurt made from reconstituted skimmed milk powder. *Intenational Journal of Dairy Technology*. 8:16-23.
- [25] Ghasempour, Z., Alizadeh, M. and Rezazad, M. (2011). Optimization of probiotic yogurt production containing Zedo gum. 2 (3): 57-70.
- [26] Nabizade, F., Khosrowshahi Asl, A. and Zomorodi, Sh. (2014). Influence of ultrafiltered milk permeate and zedo gum on

- [39] Modler, H.W., Larmond, M.E., Lin, C.S., Foehlich, D. and Emmons, D.B. (1983). Physical and sensory properties of yoghurt stabilized with milk protein. *Journal of dairy science*. 66:422-429.
- [40] Zare, F., Boye, J.I., Irsat, V., Champagne, C. and Simpson, B.K. (2011). Microbial, Physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. *International Food research*. 44:2482-2488.
- [41] Rezaei, A., Khosrowshahi Asl, A. and Zomorodi, Sh., Malekinajad, M. (2013). Effect of addition of sodium caseinate and peppermint extract on viability of *Lactobacillus casei* and physicochemical Yogurt Starter. *Innovative Food Science Emerging Technology*. 1: 211–218.
- [36] Tarchoo, N. and Mistry, V.V. (1998). Application of ultrafiltered sweet butter milk and sweet butter milk powder in the manufacture of nonfat and lowfat yoghurts. *Journal of dairy science* 81:3163-3171.
- [37] Girard, M. and Schaffer-Lequart, C. (2007). Gelation of skim milk containing anionic expolysaccharides and recovery of texture after shearing. *Food hydrocolloids*. 21:1031-1040.
- [38] Fernandez-Garcia E. and McGregor, J.U. (1997). Fortification of sweetened pail yoghurt with insoluble dietary fiber. *Food Research and Technology*. 204: 433-437.



Study of prebiotic effect of chickpea flour on survival of probiotic *Lactobacillus paracasei* in fruit yoghurt containing apple puree and its qualitative properties

Nabizadeh, F.^{1*}, Zinsaz, N.²

1. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.

2. MSc. Graduated of Food Science and Technology Engineering, Faculty of Agriculture, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 2021/ 01/ 26

Accepted 2021/ 07/ 13

Keywords:

Chickpea flour,
Fruit yoghurt containing
apple,
Lactobacillus paracasei.

DOI: 10.52547/fsct.18.117.379

*Corresponding Author E-Mail:
fnabizadeh360@gmail.com

In this study the effect of chickpea flour in three ranges of (0, 1.5 & 3%) and storage time in three ranges of (1, 11 & 21 days) on survival of *Lactobacillus paracasei* and qualitative properties of fruit yogurt containing 15% apple puree was investigated using response surface method (RSM). The statistical analysis of the results showed that with increasing of chickpea flour up to 0.5%, *Lactobacillus paracasei* viability increased but with increasing of flour more than this amount the bacterial count decreased significantly ($P < 0.05$). The bacterial count decreased during storage ($P < 0.05$). The addition of chickpea flour decreased pH, moisture content, syneresis and increased acidity, ash and apparent viscosity significantly ($P < 0.05$). During storage pH and moisture content decreased and apparent viscosity increased ($P < 0.05$). In sensorial evaluation of samples the addition of chickpea flour decreased the flavor score and improved consistency score ($P < 0.05$). In conclusion, using of 2.36% of chickpea flour and with storage period of 9 days was determined as optimum conditions.