

تأثیر شمار سلولهای پیکری بر برخی ویژگیهای ویسکوالاستیک

ماست چکیده

بابک کاظم زاده، محمد امین محمدی فر^{۱*}، حمید عزت پناه

۱- دانش آموخته‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- استادیار دانشکده‌ی تغذیه و صنایع غذایی علوم پزشکی شهید بهشتی

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

(تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۲۳)

چکیده

بیماری ورم پستان یکی از بیماریهای رایج در دام‌های شیری است که بر روی شیر و محصولات شیری حاصل از آن تاثیر گذار است. در این پژوهش تاثیر شمار سلولهای پیکری بر خواص ویسکوالاستیک ماست چکیده توسط آزمون‌های نوسانی مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور نمونه‌های ماست چکیده با استفاده از شیر خام حاوی تعداد سلولهای پیکری کمتر از ۲۰۰۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر (سطح پایین)، بین ۲۰۰۰۰۰ تا ۸۰۰۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر (سطح متوسط) و بیش از ۸۰۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر (سطح بالا) تهیه گردید. نتایج آزمون روبش کرنش نشان دادند که با افزایش شمار سلول‌های پیکری قدرت ساختار، تنش تسلیم، نقطه‌ی آغاز جریان و واپستگی مولفه‌ی الاستیک (G) به کرنش در انتهای ناحیه‌ی خطی ویسکوالاستیک (LVE) کاهش می‌یابد. نتایج آزمون روبش فرکانس نیز نشان دادند که در تمام نمونه‌ها مولفه‌ی الاستیک بر مولفه‌ی ویسکوز برتری دارد اما با افزایش شمار سلولهای پیکری، قدرت ساختار تا ۹ برابر کاهش یافته و واپستگی G به فرکانس افزایش می‌یابد که این امر نشان دهنده‌ی تغییر ساختار از حالت ژل به حالت ژل مانند در نمونه‌های ماست چکیده با افزایش شمار سلول‌های پیکری است. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش مشخص می‌شود که شمار سلول‌های پیکری در شیر خام یک ویژگی مهم در تعیین ویژگی‌های کیفی و میزان بهره‌ی نمونه‌های ماست چکیده محسوب می‌شود.

کلید واژگان: ورم پستان، سلول‌های پیکری، ماست چکیده، ویژگی‌های ویسکوالاستیک، بهره‌ی تولید

* مسئول مکاتبات: Mohamdif@ut.ac.ir

۱- مقدمه

انعقاد را افزایش داده و میزان استحکام بافت پنیر را کاهش می دهد [۱۲].

تحقیقات انجام شده در مورد تاثیر بیماری ورم پستان بر ویژگی های کیفی ماست، مطالعات اندک و پراکنده ای هستند. به عنوان نمونه طی پژوهشی مشخص گردید که افزایش شمار سلول های پیکری، پروتئولیز ماست حاصل را افزایش نمی دهد و بعد از ۳۰ روز نگهداری، تغییری در گرانزوی ماست تهیه شده از شیر با شمار سلولهای پیکری پایین و متوسط مشاهده نشد اما گرانزوی ماست تهیه شده از شیر با شمار سلولهای پیکری بالا در طی نگهداری افزایش یافت [۱۴]. با این وجود اطلاعات بسیار اندکی در مورد تاثیر شمار سلول های پیکری بر روی کیفیت محصولات شیری تخمیری وجود دارد.

ماست چکیده به عنوان یک محصول شیری تخمیری در بسیاری از کشورهای جهان مانند ایسلند، هند، ترکیه و به خصوص منطقه‌ی خاورمیانه و از جمله کشورمان ایران تولید و مصرف می گردد. پژوهشها نشان می دهند که این محصول نسبت به ماست معمولی از مدت زمان ماندگاری بالاتری برخوردار است که این امر به غلظت بالاتر اسید لاتکتیک آن نسبت داده می شود [۱۵-۱۷].

به خوبی مشخص شده است که ویژگی های رئولوژیک نقش مهمی در طراحی فرآیند، کنترل کیفیت، کشف تقلبات، طراحی تجهیزات مانند سایز لوله، پمپ، طراحی نازل، اکسترودرها، ارزیابی حسی محصول، تعیین عملکرد مواد اولیه در محصول، تعیین عمر ماندگاری، به دست آوردن اطلاعات در مقیاس مولکولی از ساختار ماده و پایش میان کنش ها بین اجزای ماده ی غذایی دارد [۱۸-۱۹].

تحقیقات اندک در مورد ویژگیهای رئولوژیک ماست چکیده در سطح جهانی نشان می دهند که آزمون های مخبر از قبیل آزمون نفوذپذیری و همچنین اندازه گیری گرانزوی نمی توانند آزمون های مناسبی جهت بررسی ویژگی های رئولوژیک نمونه های لبنه (نوعی ماست تغليظ شده مشابه ماست چکیده) باشند [۲۰]. اگر چه تاثیر شمار سلول های پیکری بر روی ویژگی های شیمیابی شیر و برخی محصولات لبنی در مطالعات اندکی گزارش شده است. اما تا کنون پژوهشی در مورد تاثیر

(Mastitis)التهاب غدد پستانی که اصطلاحاً ورم پستان نامیده می شود از جمله بیماریهایی است که باعث ایجاد خسارات سنگین به تولید کنندگان شیر می گردد. این بیماری مهم ترین عامل افزایش سلول های پیکری در شیرخام محسوب می شود که به علت انتقال گلبول های سفید از خون به شیر خام است [۱-۲]. دسته‌ی گسترده ای از ارگانیسم‌ها از قبیل باکتری‌ها، مایکوپلاسمما، مخمرها و قارچ‌ها عامل ایمنی هستند اما مهم ترین باکتری‌های عامل بروز بیماری شامل استافیلوکوکوس اورئوس، استرپتوكوکوس آگالاكتیه، استرپتوكوکوس دیس آگالاكتیه و باسیلوس سرئوس می باشد [۱۶-۲۵]. پژوهش‌ها نشان می دهند که افزایش تعداد سلولهای پیکری مقادیر pH، سدیم، کلر، پروتئوزپیتون و پروتئین های محلول که از خون نشات گرفته اند (ایمونوگلوبولین‌ها، سرم آلبومین) را افزایش داده در حالی که میزان کازئین، α -لاکتابومین، β -لاکتوگلوبولین، لاکتوز، چربی، کلسیم و پیتاسیم کاسته می شود. همچنین پژوهشها حاکی از افزایش سطح بسیاری از آنزیم‌های پروتولیتیک نظیر پلاسمین، انواع کاتپسین‌ها، الاستاز، کلارنزا، β -گلوكورونیداز، کاتالازو... و همچنین آنزیم‌های لیپولیتیک در شیر خام است [۱۱-۱۶].

این بررسی‌ها نشان دهنده‌ی آن است که اگر چه بیماری ورم پستان تاثیر اندکی بر روی مقدار درصد پروتئین شیر خام دارد، اما تغییر قابل ملاحظه‌ای در نوع پروتئین‌های شیر خام مشاهده می گردد [۳۰-۶۷]. در مجموع حضور این آنزیم‌ها بویژه پروتئازها اثرات مخرب و جبران ناپذیری بر کیفیت شیر و محصولات آن خواهد داشت [۱۱-۱۲]. با توجه به پژوهش‌های انجام شده مشخص می گردد که رابطه‌ای معکوس بین شمار سلول های پیکری و کیفیت و عمر ماندگاری شیر و محصولات شیری وجود دارد به عنوان نمونه نشان داده شده است که افزایش سلول های پیکری عمر ماندگاری شیر پاستوریزه را کاهش داده و کیفیت ارگانولپتیک آن نیز در طی نگهداری کاهش می یابد [۱۲] همچنین افزایش سلولهای پیکری میزان بازده پنیر سازی را کاهش داده، مدت زمان

انکوباتور ۴۲ درجه ی سانتی گراد گرمانه گذاری شدندتا pH آنها به حدود ۴/۶ برسد. پس از آن تا ۱۱±۴ درجه ی سانتی گراد سرد شده وسپس به مدت ۱۲ ساعت در این دما قرار گرفتند. پس از آن ماست هم زده شده و به کیسه های پارچه ای ۲۶×۳۸ سانتی متر (۳۶ نخ در هر سانتی متر مربع) منتقل و در ۶ تا ۴ درجه ی سانتی گراد به مدت ۱۲ ساعت قرار گرفت تا آب ماست خارج شود. پس از آن درصد بهره ای تولید ماست چکیده بر اساس رابطه ای (۱) به دست آمد:

$$\frac{\text{وزن ملت چکیده تولید شده}}{\text{وزن ملت اولیه بسته شده}} \times 100 = \frac{\text{درصد بهره ای تولید شده}}{\text{درصد بهره ای تولید ماست}} \quad (۱)$$

در نهایت نمونه های ماست چکیده بسته بندی شده و در دمای ۴±۱ درجه ی سانتیگراد در یخچال نگهداری شدند.

۳-۲- ارزیابی شیمیایی نمونه های ماست چکیده

۲۴ ساعت پس از تولید نمونه های ماست چکیده، آزمون های اندازه گیری pH، اسیدیته ای قابل تیتر و ماده ای جامد کل بر اساس روش های استاندارد AOAC (۱۹۹۵AOAC) بر روی نمونه ها انجام شد، همچنین میزان پروتئین نمونه های ماست چکیده بوسیله ای روش کلدلار (AOAC، ۱۹۹۵) اندازه گیری شدند.

۴-۲- اندازه گیری ویژگیهای رئولوژیک ماست چکیده

جهت بررسی ویژگیهای رئولوژیک نمونه های ماست چکیده از دستگاه رئومتر MCR301 ماخت کشور اتریش استفاده گردید. ارزیابی تمام نمونه ها در دمای ۴ درجه ی سانتیگراد انجام گرفته و سیستم مورد استفاده از نوع صفحه-صفحه به قطر ۴۰ میلی متر و اسپیندل از نوع سنباده ای بود فاصله ای دو صفحه (gap) معادل ۱ میلی متر در نظر گرفته شد. نمونه های ماست چکیده به آرامی بر روی صفحه ای پایینی قرار داده شده و اجازه یافتند تا به مدت ۵ دقیقه در همان حال باقی بمانند تا اثر تنفس های وارد شده در طی آماده سازی برطرف شده و بازیافت ساختار انجام شود. جهت انجام آزمون روش کرنش، بسامد در مقدار ثابت ۱ هرتز تنظیم گردیده و مقدار کرنش از ۰/۰۱ تا ۱۰۰۰ درصد تغییر داده شد. با

شمار سلول های پیکری بر روی ویژگی های رئولوژیک ماست چکیده صورت نگرفته است. با توجه به کمبود گزارش های موجود، هدف در این پژوهش بررسی تاثیر شمار سلول های پیکری بر ویژگی های ویسکوالاستیک ماست چکیده با استفاده از آزمون های نوسانی تعیین شد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- تعیین دام های هدف و نمونه برداری

شیر خام

به منظور انتخاب دام های هدف یک دامداری در منطقه ای هفت جوی شهریار در استان تهران در نظر گرفته شد و دام های هشتادین خالص با سن حدود ۴ تا ۶ سال با شکم زایش تقریباً برابر و تغذیه ای یکسان که تحت مدیریت یکسانی بودند انتخاب شدند. از هر کارتیه ای پستان دام ها نمونه های شیر خام به طور مجزا نمونه گیری شده و در دمای کمتر از ۵ درجه ی سانتی گراد در کمترین زمان ممکن به موسسه ای اصلاح نژاد دام واقع در مشکین دشت کرج جهت شمارش سلول های پیکری منتقل گردیدند. تعداد سلول های پیکری با استفاده از دستگاه فوسوماتیک ۵۰۰۰ مدل ۷۱۳۱۰ ساخت شرکت فوس، دانمارک تعیین شد. پس از شمارش سلول های پیکری کارتیه ها در سه سطح پایین (کمتر از ۲۰۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر از شیر خام)، متوسط (بین ۲۰۰۰۰ تا ۸۰۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر از شیر خام) و بالا (بیش از ۸۰۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر از شیر خام) طبقه بندی و انتخاب گردیدند [۲۱ و ۲۲]. نمونه های شیر خام مربوط به هر دسته سریعاً سرد شده و در دمای یخچال (۴ درجه ی سانتی گراد) نگهداری شدند.

۲-۲- تهیه ای نمونه های ماست چکیده

جهت تهیه ای نمونه های ماست چکیده پس از جداسازی مواد خارجی و صاف کردن شیر خام از عملیات حرارتی ۹۵ درجه ی سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه استفاده شد. سپس دمای نمونه ها تا ۴۲ درجه ی سانتی گراد کاهش یافت و مایه ای میکروبی آغاز گر ماست (YC-381) ساخت شرکت کریستین-هانسن (دانمارک) به میزان ۰/۳ درصد به آن افوده شد. سپس نمونه ها در

کدام در سه تکرار انجام گرفت. ارزیابی داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS.Version9 و آزمون ANOVA یک طرفه جهت بررسی وجود اختلاف معنی دار و در سطح ($\alpha=0.05$) مورد بررسی قرار گرفت. جهت مقایسه‌ی بین میانگین داده‌ها در سطح ($\alpha=0.05$) از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

داده‌های به دست آمده از آزمون شیمیابی و درصد بهره‌ی تولید نمونه‌های ماست چکیده مربوط به سه سطح پایین، متوسط و بالای سلول‌های پیکری در جدول ۱ نشان داده شده است.

بررسی‌های آماری نشان دادند که ویژگی‌های شیمیابی نمونه‌های ماست چکیده به طور چشمگیری تحت تاثیر تعداد سلول‌های پیکری هستند. مطابق با نتایج مشاهده می‌شود که با افزایش تعداد سلول‌های پیکری نمونه‌های ماست چکیده pH افزایش یافته اما میزان اسیدیته‌ی قابل تیتر، مقدار پروتئین، ماده‌ی جامد کل و درصد بهره‌ی تولید به طور معناداری کاهش می‌یابد($P<0.05$). با توجه به پذیده‌ی بازداری سلول‌های پیکری بالا روى فعالیت استارتيرها حین تخمیر و در عین حال کم شدن مقدار املاح کلسیم و افزایش پروتئین‌های محلول با توجه به اثر بافری این پروتئین‌ها که در مقادیر بالاتر از نقطه‌ی ایزوالکتریک بار خالص منفی داشته وجاذب H^+ هستند، شاهد افزایش pH و کاهش اسیدیته‌ی قابل تیتر در نمونه‌های ماست چکیده حاوی سطح بالای سلول‌های پیکری هستیم. [۱۶و۲۱].

با توجه به پژوهش‌های انجام شده مشاهده می‌شود که بیماری ورم پستان میزان سنتز کازئین را کاهش داده و به این ترتیب میزان پروتئین شیر خام به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد، همچنین در اثر آسیب به جدار مویرگها و افزایش نفوذپذیری آنها در اثر این بیماری میزان پروتئین‌های آب پنیر، ایمونوگلوبولین‌ها و ترانسفرین افزایش می‌یابد.

استفاده از آزمون روش کرنش فاکتورهای زیر به دست آمد:

۱- کرنش متناظر با انتهای ناحیه‌ی خطی ویسکوالاستیک یا (G_1)

۲- G_2 یا مدول الاستیک در ناحیه‌ی خطی ویسکوالاستیک به عنوان معیاری از قدرت ساختار یا Firmness

۳- تنش متناظر با انتهای ناحیه‌ی خطی ویسکوالاستیک (τ_1) که نشان دهنده‌ی میزان مقاومت در برابر نیروهای مکانیکی است و می‌توان آن را معادل با تنش تسلیم^۲ در نظر گرفت.

۴- نقطه‌ی آغاز جریان^۳ (τ_f): مقدار تنشی است که ساختار ماده به قدری تخریب می‌شود که ماده‌ی غذایی شروع به جریان می‌کند. در این نقطه مقادیر مدول‌های ویسکوز والاستیک با هم برابر هستند ($G_1=G_2$).

۵-شیب نقاط انتهایی نمودار^۴ G تابع کرنش که نشان دهنده‌ی میزان وابستگی^۵ G به کرنش در مقادیر کرنش بالا بوده و قابلیت پخش پذیری^۶ نمونه را نشان می‌دهد. جهت تعیین مولفه‌های ویسکوز والاستیک تابع فرکانس اعمال تنش از آزمون روش فرکانس استفاده شد. مقدار کرنش معادل ۰/۰۵ درصد تنظیم گردیده و مقدار بسامد از ۰/۰۱ تا ۵۰ هرتز تغییر داده شد.

مدل قانون توان مطابق رابطه‌ی (۲) بر داده‌های تجربی به دست آمده از آزمون روش فرکانس برازش داده شد، از مقادیر R^2 و SD برای بررسی کیفیت برازش. استفاده شد. $G_1=A\omega^b$

در این رابطه $A(\text{Pa.s}^b)$ معرف قدرت ساختار است که معادل مقدار G در فرکانس ۱ هرتز می‌باشد و b مطابق با تئوری Bohlin وابستگی^۷ G به فرکانس را نشان می‌دهد و هر چه کمتر باشد نشان دهنده‌ی تمایل بیشتر به ساختار ژل است [۱۹و۲۳و۲۴].

۴-۵- آنالیزهای آماری

کلیه‌ی آزمون‌ها برای نمونه‌های ماست چکیده مربوط به سه سطح پایین، متوسط و بالای سلول‌های پیکری هر

1. Structure strength
2. Yield stress
3. Flow point
4. Spreadability

جدول ۱ داده های مربوط به آنالیز شیمیایی و درصد بهره ای تولید نمونه های ماست چکیده ساخته شده از شیرگاوه با سطوح مختلف سلول های پیکری

ویژگی های شیمیایی	سطح سلول های پیکری	پایین	متوسط	بالا
اسیدیته ای قابل تیتراسیون (درصد اسید لاتکتیک)	0.92 ± 0.1^a	0.88 ± 0.06^b	0.87 ± 0.12^b	
pH	3.54 ± 0.1^a	3.59 ± 0.07^a	3.62 ± 0.1^b	
پروتئین (W/W%)	11.0 ± 0.6^a	10.4 ± 0.52^b	9.7 ± 0.4^c	
ماده جامد کل (W/W%)	23.6 ± 1.0^a	21.3 ± 0.87^b	20.1 ± 0.6^c	
درصد بهره ای تولید (%)	26.5 ± 0.9^a	25.4 ± 0.76^a	23.0 ± 0.7^b	

*اعدادی که با حروف غیر مشابه نشان داده شده اند دارای اختلاف آماری معنادار ($p < 0.05$) می باشند.

جدول ۲ ویژگی های رئولوژیک نمونه های ماست چکیده با سطوح مختلف سلول های پیکری به دست آمده از آزمون

روبش کرنش

ویژگی های رئولوژیک	سطح سلول های پیکری	پایین	متوسط	بالا
γ_L (%)	1.47 ± 0.4^a	1.06 ± 0.2^b	0.95 ± 0.2^c	
τ_y (%)	384.35 ± 15.4^a	169.33 ± 7.8^b	57.25 ± 1.7^c	
G' in LVE (Pa)	425.82 ± 8.871^a	20.52 ± 7.616^b	4672.3 ± 140^c	
G'' in LVE(Pa)	11262.3 ± 3337^a	4897.2 ± 147^b	$120.5 / 6 \pm 24^c$	
G^* in LVE(Pa)	46920.2 ± 938^a	21442.9 ± 428^b	$50.60 / 9 \pm 10.1^c$	
Tan δ in LVE	0.232 ± 0.002^a	0.233 ± 0.01^a	0.242 ± 0.004^b	
τ_f (pa)	$1.077 / 9 \pm 21.5^a$	$60.2 / 6 \pm 18.07^b$	$25.9 / 6 \pm 7.7^c$	
S*	1.49 ± 0.04^a	1.44 ± 0.04^b	1.37 ± 0.02^c	

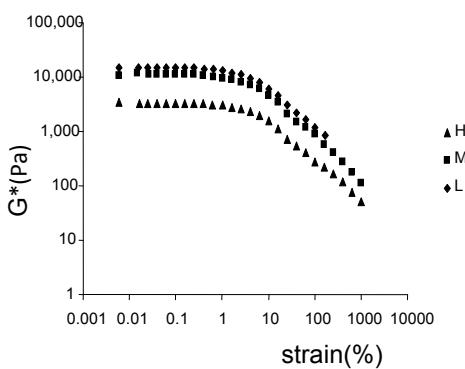
* شبیه نقاط انتهایی نمودار G

**اعدادی که با حروف غیر مشابه نشان داده شده اند دارای اختلاف آماری معنادار ($p < 0.05$) می باشند.

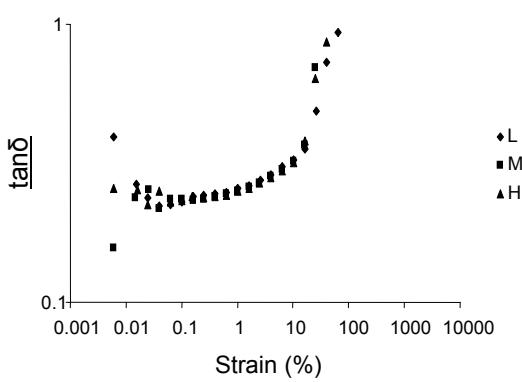
طی فرآیند تولید ماست چکیده از دست می دهد. همین امر باعث کاهش درصد بهره ای تولید نمونه های ماست چکیده حاوی سطح بالای سلول های پیکری می شود. با توجه به نمودار ۱ که مقادیر تغییرات مولفه های G و G' به دست آمده توسط آزمون روش کرنش روایی نمونه های ماست چکیده حاوی سطح پایین و بالای سلول های پیکری نشان می دهد مشاهده می گردد که در هر دو نوع ماست چکیده مقدار مولفه ای G نسبت به Mولفه ای G در ناحیه ای خطی ویسکوالاستیک (LVE) بیشتر بوده و این امر بیانگر آن است که ماست چکیده رفتار یک جامد ویسکوالاستیک را از خود نشان می دهد. مطابق با جدول ۲ نتایج به دست آمده از آزمون روش کرنش نشان می دهد که با افزایش سطح سلول های پیکری مقدار τ_y و τ_f به شدت کاهش می یابد. اصولاً تنفس حد به عنوان یک ثابت ماده مطرح نیست و مقدار آن وابسته به تکنیک اندازه گیری است.

در هنگام فرآیند تولید ماست چکیده از آنجایی که به کمک کیسه های پارچه ای بخش سرم ماست از آن جدا می گردد، این احتمال وجود دارد که پروتئین های محلول در آب پنیر به دلیل حلalit بالا وارد بخش سرم ماست شده و از آن جدا شوند. با توجه به این که بخش اعظم پروتئین های ماست چکیده از نوع کازئینی هستند، به دلیل کاهش ستز کازئین در نمونه های شیر به عنوان ماده ای اولیه جهت تولید ماست چکیده، شاهد کاهش معنادار میزان پروتئین خام نمونه های ماست چکیده حاوی سطح بالای سلول های پیکری هستیم [۱۴و۲]. از سوی دیگر به علت کاهش کازئین و لاکتوز به عنوان عوامل موثر در حفظ ساختار ژل وجود فعالیت های پروتئولیتیک گسترده در ماست تولید شده از شیر حاوی سطح بالای سلول های پیکری، این محصول توانایی کمتری در نگه داری سرم داشته و درنتیجه ماست حاصل از شیر دام مبتلا به بیماری ورم پستان، آب بیشتری را در

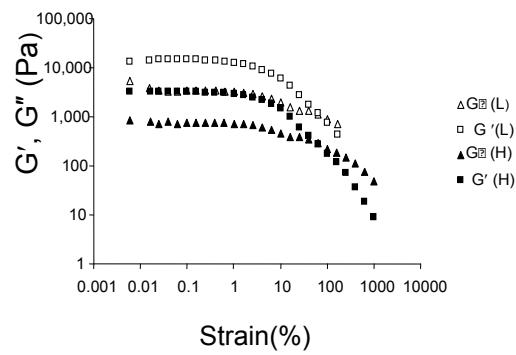
نسبت به نمونه‌ی ماست چکیده حاوی سطح متوسط و پایین سلول‌های پیکری دارد و بنابراین از استحکام کمتری برخوردار است، با این حال نمودار ۳ نشان دهنده‌ی آن است که مقدار $\tan\delta$ یا نسبت مدول دهنده‌ی G^* به مدول الاستیک تغییر چندانی نمی‌کند. داده‌های مربوط به شبکه انتهایی نمودار G^* که میزان وابستگی G^* به کرنش را در مقادیر کرنش بالا نشان می‌دهد با افزایش تعداد سلول‌های پیکری در نمونه‌های ماست چکیده کاهش یافته و در نتیجه این امر بر قابلیت پخش پذیری نمونه‌های ماست چکیده موثر است.



نمودار ۲ تغییرات G^* در نمونه‌های ماست چکیده با سطوح پایین (L)، متوسط (M) و بالای (H) سلول‌های پیکری تابع کرنش



نمودار ۳ تغییرات $\tan\delta$ در نمونه‌های ماست چکیده با سطوح پایین (L)، متوسط (M) و بالای (H) سلول‌های پیکری تابع کرنش



نمودار ۱ مقادیر G' و G'' در نمونه‌های ماست چکیده با سطوح پایین (L) و بالا (H) سلول‌های پیکری تابع کرنش در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد

مقدار تنفس حد، معیاری از مقاومت پیوندهای الاستیک و غیر الاستیک بین واحدهای سازنده‌ی ساختار به نیروهای مکانیکی است. مشخص شده این پارامتر با مواردی نظیر قابلیت قاچق زنی، معیاری از τ_f که تنفس متناظر با انتهای ناحیه‌ی خطی ویسکوالاستیک است و نشان دهنده‌ی میزان مقاومت در برابر نیروهای مکانیکی می‌باشد در ارتباط است. با توجه به داده‌های به دست آمده مشخص است که با افزایش سطح سلول‌های پیکری میزان این فاکتور به شدت کاهش یافته و در نتیجه نمونه‌های ماست چکیده با سطح بالای سلول‌های پیکری نسبت به نیروهای مکانیکی مقاومت بسیار کمتری را از خود نشان می‌دهند. کاهش شدید τ_f که معادل تنفس متناظر در نقطه‌ی آغاز جریان است در نمونه‌های ماست چکیده حاوی سطح بالای سلول‌های پیکری نیز خود دلیل دیگری بر ضعیف بودن ساختار و کاهش مقاومت در این نمونه‌ها می‌باشد. همچنین مقدار G' در انتهای ناحیه‌ی خطی (LVE) که قدرت ساختار نمونه‌های ماست چکیده را نشان می‌دهد به شدت کاهش می‌یابد.

نمودار ۲ تغییرات مقادیر G^* یا مدول کمپلکس را در سه نمونه‌ی ماست چکیده حاوی سطح پایین، متوسط و بالای سلول‌های پیکری نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار مشخص است که در نمونه‌ی ماست چکیده حاوی سطح بالای سلول‌های پیکری مقدار G^* کمتری

هایی که با استفاده از این آزمون به دست آمد با توجه به میزان همبستگی بالا و انحراف معیار پایین با استفاده از مدل قانون توان برآش گردید. مقادیر A و b به دست آمده از این مدل در جدول ۳ ذکر گردیده اند.

جدول ۳ مقادیر مولفه های (A) و (b) نمونه های ماست چکیده با سطوح سلول های پیکری مختلف به دست آمده از آزمون

روbus فرکانس

			مولفه	سطح سلول های پیکری
پایین	متوسط	بالا		
۳۴۵/۲±۶/۹ ^a	۱۶۰/۴±۴/۸ ^b	۳۸/۸±۲ ^c	A	
۰/۱۳۶±۰/۰۰۲ ^a	۰/۱۴۱±۰/۰۰۴ ^b	۰/۱۴۵±۰/۰۰۴ ^c	b	

* اعدادی که با حروف غیر مشابه نشان داده شده اند دارای اختلاف آماری معنادار ($p < 0.05$) می باشند.

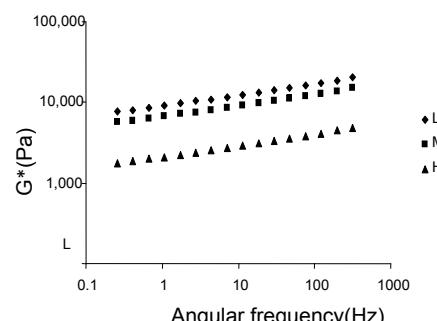
۴-نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان دادند که آزمون های نوسانی می توانند به طور دقیق تفاوت ویژگیهای نمونه های ماست چکیده حاوی سه سطح پایین، متوسط و بالای سلول های پیکری را نشان دهند و بنابراین آزمون مناسبی جهت تعیین تاثیر تعداد سلول های پیکری بر ویژگیهای رئولوژیک ماست چکیده به شمار می آیند. با توجه به مطالعه‌ی انجام شده نشان داده شد که با افزایش سطح بالای سلول های پیکری در نمونه های ماست چکیده مقادیر G^{*}، G^{''} و G['] در انتهای ناحیه‌ی خطی، میزان تنفس تسیلیم (τ_f) و تنفس متناظر در نقطه‌ی آغاز جریان (τ_{tf}) به طور معناداری کاهش می یابد.

این نتایج حاکی از کاهش قدرت ساختار و میزان مقاومت در برابر نیروهای مکانیکی در نمونه های ماست چکیده حاوی سطح بالای سلول های پیکری است. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش و بررسی تحقیقات گذشته می توان دلیل این امر را به ساختار ضعیف و ناپایدار نمونه های ماست چکیده تهیه شده از شیر خام حاوی سطح بالای سلول های پیکری نسبت داد. به علت کم بودن میزان سترکازین و لاکتوز و فعالیت شدید آنزیم های پروتولیتیک شیر خام، نمونه های ماست چکیده حاوی سطح بالای سلول های پیکری محصولی با قوام و استحکام پایین خواهد بود. داده های رئولوژیک نشان دادند که با افزایش سطح سلول های پیکری ساختار ژل به ساختار ژل مانند تغییر می یابد و قابلیت پخش

آزمون رویش فرکانس که جهت تعیین مولفه های ویسکوز والاستیک تابع فرکانس اعمال تشن انجام گرفت نشان داد که در تمام نمونه ها میزان مولفه‌ی الاستیک (G[']) نسبت به مولفه‌ی ویسکوز (G^{''}) بیشتر است. داده

با توجه به داده های جدول مشخص است که با افزایش تعداد سلول های پیکری مقدار پارامتر A که معرف قدرت ساختار نمونه های ماست چکیده است کاهش بسیار چشمگیری را نشان می دهد (در حدود ۹ برابر) که این امر نشان دهنده‌ی تضعیف ساختار و کاهش استحکام نمونه های ماست چکیده با سطح بالای سلول های پیکری است. همچنین مقدار پارامتر b با افزایش تعداد سلول های پیکری افزایش معنا داری پیدا می کند. مقدار پارامتر b نشان دهنده‌ی ساختار ژل است در حالی که مقادیر بیشتر این پارامتر وابستگی بیشتر ساختار به فرکانس را نشان می دهد که گواه بر ساختار ژل مانند است. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده در مورد پارامتر b مشاهده می شود که با افزایش تعداد سلول های پیکری در نمونه های ماست چکیده ساختار ژل به ساختار ژل مانند تبدیل می شود.



نمودار ۴ تغییرات G^{*} نمونه های ماست چکیده با سطوح پایین (L)، متوسط (M) و بالای (H) سلول های پیکری تابع فرکانس

- milk. *Journal Of Dairy Science.* 83, 264-274
- [7] Schukken, H., Leslie, K. E., Weersink, A.J., Martin, S. W. (1992). Ontario bulk milk somatic cell count reduction program.1. Impact on somatic cell counts and milk quality. *Journal Of Dairy Science.*75, 3352-3358
- [8] Considine, A., Healy, A., Kelly, A. L., McSweeney, P. L. H. (2004). Hydrolysis of bovine caseins by cathepsin B ,a cysteine proteinase indigenous to milk. *International Dairy Journal .*14 ,117-124
- [9] Hurley, M. J., Larsen, L.B.,Kelly, A.L., McSweeney, P. L. H. (2000).The milk acidity proteinase cathepsin D:a review *International Dairy Journal .*10, 673-681
- [10] Considine, T., Geary, S., Kelly, A. C., McSweeney, P. L. H. (2002). Proteolytic specificity of cathepsin G on bovine α_{s1} -and β -caseins. *Food Chemistry* .76, 59-67
- [11] Roux, Y. L. E., Laurent,F., Moussaoui, F. (2003) Polymorphonuclear proteolytic activity and milk composition change. *Vet. Res.* 34, 629-645
- [12] Ryan,C., Ma,Y., Barbano, D. M., Galton, D. M., Rudan, M. a.Boor, K. J. (2000). Effects of somatic cell count on quality and shelf life of pasteurized fluid milk. *Journal of Dairy science.* 83,264-274
- [13] Marino, R., Considine,T., Sevi, A., Mcsweeney, P. L. H., Kelly, A. L. (2005). Contribution of proteolytic activity associated with somatic cells in milk to cheese ripening. *International Dairy Journal.*15, 1026-1033
- [14] Fernandes, A. M., Oliveira,C. A. F., Lima, C. G. (2007).Effects of somatic cell count in milk on physical and chemical characteristic of yoghurt. *International Dairy Journal.*71,111-115
- [15] Tamime, A.Y., Robinson, R. K. (2007). Tamime and Robinsons Yoghurt, Third edition, woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Cambridge, England, 373-374
- [16] Guler, Z. (2007). Levels of 24 minerals in local goat milk, its strained yoghurt and salted yoghurt(tuzlu yoghurt). *Small Ruminant Research.* 71, 130-137

پذیری نمونه های ماست چکیده به طور چشمگیری دستخوش تغییر می گردد. با توجه به پژوهش انجام گرفته مشخص می شود که شمار سلول های پیکری یک فاکتور اساسی و مهم در ویژگیهای کیفی ماست چکیده است که می تواند بر کیفیت و درصد بهره ای تولید نمونه های ماست چکیده تاثیر به سزایی داشته باشند. از آن جایی که پایین بودن کیفیت شیر تولیدی از دام های مبتلا به ورم پستان که از دامداری ها نشات می گیرد طی فرآیند تولید برطرف نخواهد شد باستی با ایجاد یک سیستم قوی مدیریتی بیماری ورم پستان ابتدا در دامداری ها و در گله گاوهاشای شیری کنترل گردد و با طبقه بندی شیرهای حاوی سطح مختلف سلول های پیکری، از اختلاط آنها جلوگیری شود.

۵- منابع

- [1] Bradly, A. J. (2002). Bovine mastitis: An evolving disease. *The Veterinary Journal.* 164 ,116-128
- [2] Vivar-Quintana, A. M,Beneitez De La Mano, E., Revilla,I. (2006). Relationship between somatic cell counts and properties of yoghurt made from ewe□s milk. *International Dairy Journal.*16 , 262-267
- [3] Lindmark-Mansson, H., Branning,C., Alden, G., Paulsson.M. (2006). Relationship between somatic cell count ,individual leukocyte populations and milk components in bovine udder quarter milk. *International Dairy Journal.* 16 ,717-727
- [4] Wellenberg, G. J., Van Der Poel, W.H. M., Van Oirschot, J. T. (2002). Viral infections and bovine mastitis:A review. *Veterinary Microbiology.* 88, 27-45
- [5] De Hass, Y., Barkema,H. W., Schukken, Y. H., Veerkamp, R. F. (2005). Association between somatic cell count patterns and the incidence of clinical mastitis: Preventive Veterinary Medicine. 67, 55-68
- [6] Ma, Y., Ryan,C., Barbano, D.M., Galton, D. M., Rudan, M. A. Boor, K. J. (2000). Effect of somatic cell count on quality and shelf-life of pasteurized fluid

- [21] AOAC. (2002)., Official Methods of Analysis of The AOAC,15th Ed (Ed.S.Williams) Arlington, USA : Association of Official Analytical Chemists.
- [22] IDF. (1995) In Enumeration Of Somatic Cells, Standard 148A, International Dairy Federation .Brussels
- [23] Mezger, T. (2006). The rheology Handbook, for users of rotational and oscillatory rheometers (second edition). Vincentz: Hannover
- [24] Pressini,D., Sensidoni, A., De cindio, B.(1998). Rheological characterization of traditional and light mayonnaises. Journal of Food Engineering. 35, 409-417
- [17] Yazici, F., Akgun, A. (2004). Effect of some protein based fat replacers on physical, chemical, textural, and sensory properties of strained yoghurt. Journal of Food Engineering . 62, 245-254
- [18] Yaseen, E. I., Herald, T. J., Aramouni, F. M., Alavi, S. (2005). Rheological properties of selected gum solutions. Food Research International. 38, 111-119.
- [19] Steff, J. F. (1996). Rheological methods in food process engineering. Freeman press
- [20] Abu-jdayil, B., Jumah,R., Shaker, R.(2002). Rheological properties of a concentrated fermented product,Labneh, produced from bovine milk:Effect of production method. 3, 667-679

Effect of somatic cell counts on viscoelastic properties of strained yoghurt

Kazemzadeh, B.¹, Mohammadifar, M. A.^{2*}, Ezzatpanah, H.³

1-MSc Graduate Student in Food Science and Technology, Islamic Azad university, Science and Research Branch, Tehran

2-Assistant Prof., Department of Food Science, Faculty of Food Science and Nutrition, Shahid Beheshti University, Tehran

3-Assistant Prof., Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad university ,Science and Research Branch, Tehran

(Received:89/6/20 Accepted:90/2/13)

Mastitis is one of the most common diseases that can affect composition of milk and hence the products derived from it. In this study oscillatory rheological tests were carried out to determine the effect of somatic cell counts(SCC) on viscoelastic properties of strained yoghurt .Results of strain sweep tests showed that by increasing SCC in samples, structural strength, yield stress, flow point and dependence of elastic modulus (G') to strain outside of linear viscoelastic range (LVE) were decreased. Frequency sweep test results revealed that for all samples elastic behaviour dominates the viscous one over the whole range of frequency but by increasing SCC, G^* decreased and G' became more frequency dependent which means a weaker and also less gel structure, for samples with higher SCC. It was indicated that somatic cell count of milk is a critical factor which affects the quality and yield of strained yoghurt

Key words: Mastitis, Somatic cell count, Strained yoghurt,Viscoelastic properties,Yield

*Corresponding Author E-Mail address: Mohamdif@ut.ac.ir