

## تأثیر شمار سلولهای پیکری بر برخی ویژگیهای ویسکوالاستیک ماست چکیده

بابک کاظم زاده<sup>۱</sup>، محمد امین محمدی فر<sup>۲\*</sup>، حمید عزت پناه<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته ی دوره ی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- استادیار دانشکده ی 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 دام های شیری است که بر روی شیر و محصولات شیری حاصل از آن تأثیر گذار است. در این پژوهش تأثیر شمار سلولهای پیکری بر خواص ویسکوالاستیک ماست چکیده توسط آزمون های نوسانی مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور نمونه های 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 ۸۰۰۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر (سطح بالا) تهیه گردید. نتایج آزمون رویش کرنش نشان دادند که با افزایش شمار سلول های پیکری قدرت ساختار، تنش تسلیم، نقطه ی آغاز جریان و وابستگی مولفه ی الاستیک ( $G'$ ) به کرنش در انتهای ناحیه ی خطی ویسکوالاستیک (LVE) کاهش می یابد. نتایج آزمون رویش فرکانس نیز نشان دادند که در تمام نمونه ها مولفه ی الاستیک بر مولفه ی ویسکوز برتری دارد اما با افزایش شمار سلولهای پیکری، قدرت ساختار تا ۹ برابر کاهش یافته و وابستگی  $G'$  به فرکانس افزایش می یابد که این امر نشان دهنده ی تغییر ساختار از حالت ژل به حالت ژل مانند در نمونه های ماست چکیده با افزایش شمار سلول های پیکری است. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش مشخص می شود که شمار سلول های پیکری در شیر خام یک ویژگی مهم در تعیین ویژگی های کیفی و میزان بهره ی نمونه های ماست چکیده محسوب می شود.

کلید واژگان: ورم پستان، سلول های پیکری، ماست چکیده، ویژگی های ویسکوالاستیک، بهره ی تولید

\* مسئول مکاتبات: Mohamdif@ut.ac.ir

## ۱- مقدمه

التهاب غدد پستانی که اصطلاحاً ورم پستان (Mastitis) 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 [۳-۱]. دسته ی گسترده ای از ارگانیسیم ها از قبیل باکتری ها، مایکوپلاسما، مخمرها و قارچ ها عامل این بیماری هستند اما مهم ترین باکتری های عامل بروز بیماری شامل استافیلوکوکوس اورئوس، استرپتوکوکوس آگلکتیه، استرپتوکوکوس دیس آگلکتیه و باسیلوس سرئوس می باشد [۱ و ۴ و ۵]. پژوهش ها نشان می دهند که افزایش تعداد سلولهای پیکری مقادیر pH، سدیم، کلر، پروتئوزیپتون و پروتئین های محلول که از خون نشأت گرفته اند (ایمونوگلوبولین ها، سرم آلبومین) را افزایش داده در حالی که میزان کازئین،  $\alpha$ -لاکتالبومین،  $\beta$ -لاکتوگلوبولین، لاکتوز، چربی، کلسیم و پتاسیم کاسته می شود. همچنین پژوهشها حاکی از افزایش سطح بسیاری از آنزیم های پروتئولیتیک نظیر پلاسمین، انواع کاتپسین ها، الاستاز، کلاژناز،  $\beta$ -گلوکورونیداز، کاتالاز و... و همچنین آنزیم های لیپولیتیک در شیر خام است [۶-۱۱].

این بررسی ها نشان دهنده ی آن است که اگر چه بیماری ورم پستان تاثیر اندکی بر روی مقدار درصد پروتئین شیر خام دارد، اما تغییر قابل ملاحظه ای در نوع پروتئین های شیر خام مشاهده می گردد [۳ و ۶ و ۷]. در مجموع حضور این آنزیم ها بویژه پروتئازها اثرات مخرب و جبران ناپذیری بر کیفیت شیر و محصولات آن خواهد داشت [۱۱ و ۱۲]. با توجه به پژوهش های انجام شده مشخص می گردد که رابطه ای 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 ارگانولیتیک آن نیز در طی نگهداری کاهش می یابد [۱۲] همچنین افزایش سلولهای پیکری میزان بازده پنیر سازی را کاهش داده، مدت زمان

انعقاد را افزایش داده و میزان استحکام بافت پنیر را کاهش می دهد [۱۳].

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 گرانیروی ماست تهیه شده از شیر با شمار سلولهای پیکری پایین و متوسط مشاهده نشد اما گرانیروی 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 منطقه ی 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 لاکتیک 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 ساینز 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 و ۱۹].

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

انکوباتور ۴۲ درجه ی سانتی گراد گرمخانه گذاری شدند تا pH آنها به حدود ۴/۶ برسد. پس از آن تا ۴±۱ درجه ی سانتی گراد سرد شده و سپس 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 ۴ تا ۶ درجه ی سانتی گراد به مدت ۱۲ ساعت قرار گرفت تا آب ماست خارج شود. پس از آن درصد بهره ی تولید ماست چکیده بر اساس رابطه ی (۱) به دست آمد:

$$\text{میزان ماست چکیده تولید شده بر حسب گرم} \times 100 = \frac{\text{میزان ماست چکیده تولید شده بر حسب گرم}}{\text{میزان ماست اولیه ریخته شده در کیسه ای پارچه ای بر حسب گرم}} \text{ درصد بهره ی تولید ماست} \quad (1)$$

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 ی قابل تیتر و ماده ی جامد کل بر اساس روش های استاندارد (AOAC، ۱۹۹۵) بر روی نمونه ها انجام شد، همچنین میزان پروتئین نمونه های ماست چکیده بوسیله ی روش کلدال (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 ساخت 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 ی دو صفحه (gap) معادل ۱ میلی متر در نظر گرفته شد. نمونه های ماست چکیده به آرامی بر روی صفحه ی پایینی قرار داده شده و اجازه یافتند تا به مدت ۵ دقیقه در همان حال باقی بمانند تا اثر تنش های وارد شده در طی آماده سازی برطرف شده و بازیافت ساختار انجام شود. جهت انجام آزمون روبش کرنش، بسامد در مقدار ثابت ۱ هرتز تنظیم گردیده و مقدار کرنش از ۰/۱ 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

### ۱-۲- تعیین دام های هدف و نمونه برداری

#### شیر خام

به منظور انتخاب دام های هدف یک دامداری در منطقه ی هفت جوی شهریار در استان تهران در نظر گرفته شد و دام های هلشتاین خالص با سن حدود ۴ تا ۶ سال با شکم زایش تقریباً برابر و تغذیه ی یکسان که تحت مدیریت یکسانی بودند انتخاب شدند. از هر کارتیبه ی 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 ی 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 کارتیبه ها در سه سطح پایین (کمتر از ۲۰۰۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر از شیر خام)، متوسط (بین ۲۰۰۰۰۰ تا ۸۰۰۰۰۰ سلول در هر میلی لیتر از شیر خام) و بالا (بیش از ۸۰۰۰۰۰ 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 ی نمونه های ماست چکیده

جهت تهیه ی 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 ی میکروبی آغاز گر ماست (YC-381، ساخت شرکت کریستین-هانس دانمارک) به میزان ۰/۰۳ درصد به آن افزوده شد. سپس نمونه ها در

کدام در سه تکرار انجام گرفت. ارزیابی داده های 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 مقایسه ی بین میانگین داده ها در سطح  $(\alpha=0/05)$  از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد.

### ۳- نتایج و بحث

داده های به دست آمده از آزمون شیمیایی و درصد بهره ی تولید نمونه های ماست چکیده مربوط به سه سطح پایین، متوسط و بالای سلول های پیکری در جدول ۱ نشان داده شده است.

بررسی های آماری نشان دادند که ویژگی های شیمیایی نمونه های ماست چکیده به طور چشمگیری تحت تاثیر تعداد سلول های پیکری هستند. مطابق با نتایج مشاهده می شود که با افزایش تعداد سلول های پیکری نمونه های ماست چکیده میزان pH افزایش یافته اما میزان اسیدیته ی قابل تیترا، مقدار پروتئین، ماده ی جامد کل و در صد بهره ی تولید به طور معناداری کاهش می یابد ( $P < 0/05$ ). با توجه به پدیده ی بازداری سلول های پیکری بالا روی فعالیت استارترها حین تخمیر و در عین حال کم شدن مقدار املاح کلسیم و افزایش پروتئین های محلول با توجه به اثر بافری این پروتئین ها که در مقادیر بالاتر از نقطه ی ایزوالکتریک بار خالص منفی داشته و جاذب  $H^+$  هستند، شاهد افزایش pH و کاهش اسیدیته ی قابل تیترا در نمونه های ماست چکیده حاوی سطح بالای سلول های پیکری هستیم. [۱ و ۳ و ۶].

با توجه به پژوهشهای انجام شده مشاهده می شود که بیماری ورم پستان میزان سنتز کازئین را کاهش داده و به این ترتیب میزان پروتئین شیر خام به شدت تحت تاثیر قرار می گیرد، همچنین در اثر آسیب به جدار مویرگها و افزایش نفوذپذیری آنها در اثر این بیماری میزان پروتئین های آب پنیر، ایمونوگلوبولین ها و ترانسفرین افزایش می یابد.

استفاده از آزمون روبش کرنش فاکتورهای زیر به دست آمد:

۱- کرنش متناظر با انتهای ناحیه ی خطی ویسکوالاستیک یا  $(\gamma_L)$

۲-  $G^-$  یا مدول الاستیک در ناحیه ی خطی ویسکوالاستیک به عنوان معیاری از قدرت ساختار<sup>۱</sup> یا

#### Firmness

۳- تنش متناظر با انتهای ناحیه ی خطی ویسکوالاستیک  $(\tau_p)$  که نشان دهنده ی میزان مقاومت در برابر نیروهای مکانیکی است و می توان آن را معادل با تنش تسلیم<sup>۲</sup> در نظر گرفت.

۴- نقطه ی آغاز جریان<sup>۳</sup>  $(\tau_f)$ : مقدار تنشی است که ساختار ماده به قدری تخریب می شود که ماده ی غذایی شروع به جریان می کند. در این نقطه مقادیر مدول های ویسکوز و الاستیک با هم برابر هستند ( $G^- = G''$ ).

۵- شیب نقاط انتهایی نمودار  $G^-$  تابع کرنش که نشان دهنده ی میزان وابستگی  $G^-$  به کرنش در مقادیر کرنش بالا بوده و قابلیت پخش پذیری<sup>۴</sup> نمونه را نشان می دهد. جهت تعیین مولفه های ویسکوز و الاستیک تابع فرکانس اعمال تنش از آزمون روبش 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 رابطه ی (۲) بر داده های تجربی به دست آمده از آزمون روبش فرکانس برازش داده شد، از مقادیر  $R^2$  و SD برای بررسی کیفیت برازش استفاده شد.

$$G^- = A\omega^b \quad (2)$$

در این رابطه  $A$  (معرف قدرت ساختار است که معادل مقدار  $G^-$  در فرکانس ۱ هرتز می باشد و  $b$  مطابق با تئوری Bohlin وابستگی  $G^-$  به فرکانس را نشان می دهد و هر چه کمتر باشد نشان دهنده ی تمایل بیشتر به ساختار زل است [۱۹ و ۲۳ و ۲۴].

### ۲-۵- آنالیزهای آماری

کلیه ی آزمون ها برای نمونه های ماست چکیده مربوط به سه سطح پایین، متوسط و بالای سلول های پیکری هر

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

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

ویژگی های شیمیایی	پایین	متوسط	بالا
اسیدیته ی قابل تیتراسیون (درصد اسید لاکتیک)	۰/۹۲±۰/۱ <sup>a</sup>	۰/۸۸±۰/۰۶ <sup>b</sup>	۰/۸۷±۰/۱۳ <sup>b</sup>
pH	۳/۵۴±۰/۱ <sup>a</sup>	۳/۵۹±۰/۰۷ <sup>a</sup>	۳/۶۲±۰/۱ <sup>b</sup>
پروتئین (w/w%)	۱۱/۰±۰/۶ <sup>a</sup>	۱۰/۴±۰/۵۲ <sup>b</sup>	۹/۷±۰/۴ <sup>c</sup>
ماده جامد کل (w/w%)	۲۳/۶±۱/۰ <sup>a</sup>	۲۱/۳±۰/۸۷ <sup>b</sup>	۲۰/۱±۰/۶ <sup>c</sup>
درصد بهره ی تولید (%)	۲۶/۵±۰/۹ <sup>a</sup>	۲۵/۴±۰/۷۶ <sup>a</sup>	۲۳/۰±۰/۷ <sup>b</sup>

\*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	پایین	متوسط	بالا
$\gamma_L$ (%)	۱/۴۷±۰/۰۴ <sup>a</sup>	۱/۰۶±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۰/۹۵±۰/۰۲ <sup>c</sup>
$\tau_y$ (%)	۳۸۴/۳۵±۱۵/۴ <sup>a</sup>	۱۶۹/۳۳±۷/۸ <sup>b</sup>	۵۷/۲۵±۱/۷ <sup>c</sup>
G' in LVE (Pa)	۴۳۵۸۲/۷±۸۷۱ <sup>a</sup>	۲۰۵۲۸/۷±۶۱۶ <sup>b</sup>	۴۶۷۲/۳±۱۴ <sup>c</sup>
G'' in LVE (Pa)	۱۱۲۶۲/۳±۳۳۷ <sup>a</sup>	۴۸۹۷/۲±۱۴۷ <sup>b</sup>	۱۲۰۵/۶±۲۴ <sup>c</sup>
G* in LVE (Pa)	۴۶۹۲۰/۲±۹۳۸ <sup>a</sup>	۲۱۴۴۲/۹±۴۲۸ <sup>b</sup>	۵۰۶۰/۹±۱۰ <sup>c</sup>
Tan $\delta$ in LVE	۰/۲۳۲±۰/۰۰۲ <sup>a</sup>	۰/۲۳۳±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۲۴۲±۰/۰۰۴ <sup>b</sup>
$\tau_f$ (pa)	۱۰۷۷/۹±۲۱/۵ <sup>a</sup>	۶۰۲/۶±۱۸/۰۷ <sup>b</sup>	۲۵۹/۶±۷/۷ <sup>c</sup>
S*	۱/۴۹±۰/۰۴ <sup>a</sup>	۱/۴۴±۰/۰۴ <sup>b</sup>	۱/۳۷±۰/۰۲ <sup>c</sup>

\* شیب نقاط انتهایی نمودار  $G'$

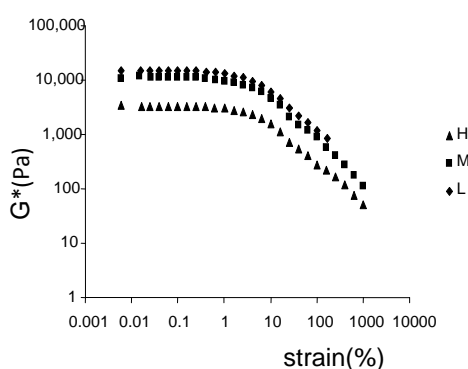
\*\*اعدادی که با حروف غیر مشابه نشان داده شده اند دارای اختلاف آماری معنادار ( $p < 0.05$ ) می باشند.

طی فرآیند تولید ماست چکیده از دست می دهد. همین امر باعث کاهش درصد بهره ی تولید نمونه های ماست چکیده حاوی سطح بالای سلول های پیکری می شود. با توجه به نمودار که مقادیر تغییرات مولفه های  $G'$  و  $G''$  به دست آمده توسط آزمون روبش کرنش را در 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 ی  $G'$  نسبت به مولفه ی  $G''$  در ناحیه ی 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 روبش کرنش نشان می دهد که با افزایش سطح سلول های پیکری مقدار  $\gamma_L$ ،  $\tau_y$  و  $\tau_f$  به شدت کاهش می یابد. اصولاً تنش حد به عنوان یک ثابت ماده مطرح نیست و مقدار آن وابسته به تکنیک اندازه گیری است.

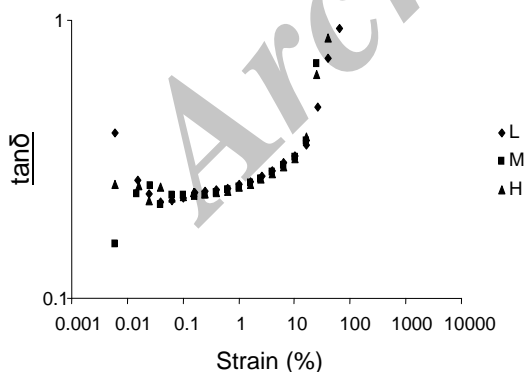
در هنگام فرآیند تولید ماست چکیده از آنجایی که به کمک کیسه های پارچه ای بخش سرم ماست از آن جدا می گردد، این احتمال وجود دارد که پروتئین های محلول در آب پنیر به دلیل حلالیت بالا وارد بخش سرم ماست شده و از آن جدا شوند. با توجه به این که بخش اعظم پروتئین های ماست چکیده از نوع کازئینی هستند، به دلیل کاهش سنتز کازئین در نمونه های شیر به عنوان ماده ی اولیه جهت تولید ماست چکیده، شاهد کاهش معنادار میزان پروتئین خام نمونه های ماست چکیده حاوی سطح بالای سلول های پیکری هستیم [۱۴ و ۲].

از سوی دیگر به علت کاهش کازئین و لاکتوز به عنوان عوامل موثر در حفظ ساختار ژل و 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 در نتیجه ماست حاصل از شیر دام مبتلا به بیماری ورم پستان، آب بیشتری را در

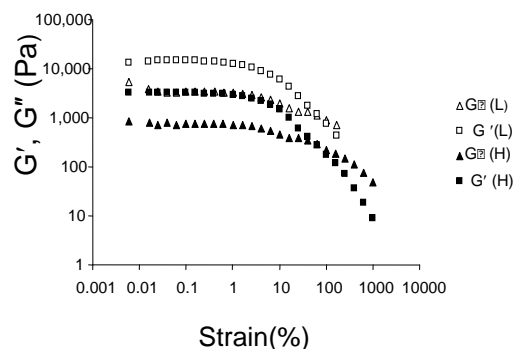
نسبت به نمونه ی ماست چکیده حاوی سطح متوسط و پایین سلول های پیکری دارد و بنابراین از استحکام کمتری برخوردار است، با این حال نمودار ۳ نشان دهنده ی آن است که مقدار  $\tan\delta$  یا نسبت مدول ویسکوز به مدول الاستیک تغییر چندانی نمی کند. داده های مربوط به شیب نقاط انتهایی نمودار  $G'$  که میزان وابستگی  $G'$  به کرنش را در مقادیر کرنش بالا نشان می دهد با افزایش تعداد سلول های پیکری در نمونه های ماست چکیده کاهش یافته و در نتیجه این امر بر قابلیت پخش پذیری نمونه های ماست چکیده موثر است.



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



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



نمودار ۱ مقادیر  $G'$  و  $G''$  در نمونه های ماست چکیده با سطوح پایین (L) و بالا (H) سلول های پیکری تابع کرنش در دمای ۴ درجه ی سانتی گراد

مقدار تنش حد، معیاری از مقاومت پیوندهای الاستیک و غیر الاستیک بین واحدهای سازنده ی ساختار به نیروهای مکانیکی است. مشخص شده این پارامتر با مواردی نظیر قابلیت قاشق زنی، معیاری از  $\tau_y$  که تنش متناظر با انتهای ناحیه ی خطی ویسکوالاستیک است و نشان دهنده ی میزان مقاومت در برابر نیروهای مکانیکی می باشد در ارتباط است. با توجه به داده های به دست آمده مشخص است که با افزایش سطح سلول های پیکری میزان این فاکتور به شدت کاهش یافته و در نتیجه نمونه های ماست چکیده با سطح بالای سلول های پیکری نسبت به نیروهای مکانیکی مقاومت بسیار کمتری را از خود نشان می دهند. کاهش شدید  $\tau_f$  که معادل تنش متناظر در نقطه ی آغاز جریان است در نمونه های ماست چکیده حاوی سطح بالای سلول های پیکری نیز خود دلیل دیگری بر ضعیف بودن ساختار و کاهش مقاومت در این نمونه ها می باشد. همچنین مقدار  $G'$  در انتهای ناحیه ی خطی (LVE) که قدرت ساختار نمونه های ماست چکیده را نشان می دهد به شدت کاهش می یابد.

نمودار ۲ تغییرات مقادیر  $G^*$  یا مدول کمپلکس را در سه نمونه ی ماست چکیده حاوی سطوح پایین، متوسط و بالای سلول های پیکری نشان می دهد. با توجه به این نمودار مشخص است که در نمونه ی ماست چکیده حاوی سطح بالای سلول های 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 برازش گردید. مقادیر A و b به دست آمده از این مدل در جدول ۳ ذکر گردیده اند.

آزمون روبش فرکانس که جهت تعیین مولفه های ویسکوز و الاستیک تابع فرکانس اعمال تنش انجام گرفت نشان داد که در تمام نمونه ها میزان مولفه ی الاستیک ( $G'$ ) نسبت به مولفه ی ویسکوز ( $G''$ ) بیشتر است. داده

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

سطح سلول های پیکری		مولفه	
پایین	متوسط	بالا	
$345/2 \pm 6/9^a$	$160/4 \pm 4/8^b$	$38/8 \pm 2^c$	A
$0/136 \pm 0/002^a$	$0/141 \pm 0/004^b$	$0/145 \pm 0/004^c$	b

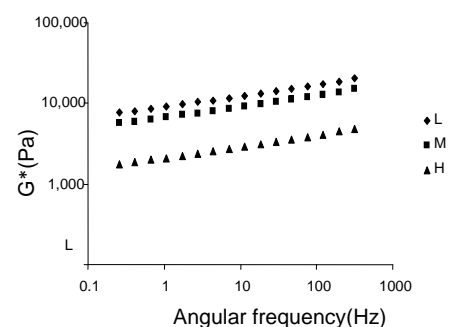
\* اعدادی که با حروف غیر مشابه نشان داده شده اند دارای اختلاف آماری معنادار ( $p < 0.05$ ) می باشند.

#### 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 مطالعه ی 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 ناحیه ی خطی، میزان تنش تسلیم ( $\tau_y$ ) و تنش متناظر در نقطه ی آغاز جریان ( $\tau_f$ ) 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 سنتز کازئین و لاکتوز و فعالیت شدید آنزیم های پروتئولیتیک شیر خام، نمونه های ماست چکیده حاوی سطح بالای سلول های پیکری محصولی با قوام و استحکام پایین خواهند 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

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 دهنده ی 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. مقادیر کمتر پارامتر b نشان دهنده ی 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  $\alpha_{s1}$ -and  $\beta$ -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 ی 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 بایستی با ایجاد یک سیستم قوی مدیریتی بیماری ورم پستان ابتدا در دامداری ها و در گله گاوهای 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,15<sup>th</sup> 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

Archive of SID

## Effect of somatic cell counts on viscoelastic properties of strained yoghurt

Kazemzadeh, B.<sup>1</sup>, Mohammadifar, M. A.<sup>2\*</sup>, Ezzatpanah, H.<sup>3</sup>

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