تاثیر سطوح مختلف شمارش سلول‌های سوماتیک شیر گاو و افزودن آنزیم لیپاز بر ترکیب اسیدچرب آزاد و خصوصیات حسی پنیر سفید آب نمکی

- **مریم سعیدی**: گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران
- **علیرضا شهاب‌لواسانی***: مرکز تحقیقات فناوری‌های نوین تولید غذای سالم، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران
- **سارا موحد**: گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۷

چکیده

بیماری ورم پستان به‌عنوان یک عفونت غدد پستانی که معمولاً ناشی از باکتری‌های عفونت زا می‌باشد تعریف می‌شود. هدف از این تحقیق ارزیابی تاثیر سه سطح سلول سوماتیک در شیر خام و آنزیم لیپاز بر اسیدهای چرب آزاد پنیر سفید آب نمکی و خصوصیات حسی (طعم وبافت) آن در طی یک دوره نگه‌داری ۷۰روزه می‌باشد. در این مطالعه، سه سطح سلول سوماتیک (بالا، متوسط و پایین) و یک سطح آنزیم لیپاز (۲٪) و سه زمان مشخص از دوره رسیدن (۵، ۳۵ و ۷۰ روز) درنظر گرفته شد. در ابتدا سه گروه از گاوهای شیری انتخاب شد تا شیر با سطح سلول سوماتیک پایین cell/ml (۱۰۰,۰۰۰>) و متوسط cell/ml (۴۵۰,۰۰۰>) و بالا cell/ml (۱,۰۰۰,۰۰۰>) در شش وت برای ساخت پنیر استفاده شود. به سه وت ۲٪ آنزیم لیپاز افزوده شد درحالی‌که سه وت دیگر فاقد آنزیم لیپاز افزودنی بود. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی شامل ۶تیمار در ۳ تکرار در سه زمان مشخص از دوره رسیدن انجام شد. اسیدهای چرب میریستیک، پالمیتیک و اولئیک عمده‌ترین اسیدهای چرب درمیان سایر اسیدهای چرب در تمام دوره‌های مشخص رسیدن بودند. اغلب اسیدهای چرب آزاد تا روز ۳۵ از دوره رسیدن افزایش و بعد از روز ۳۵ ام از دوره رسیدن کاهش نشان داد. ارزیابی حسی تیمارها از نظر عطر و طعم و بافت نشان داد که امتیاز حسی عطر و طعم و بافت کلیه تیمارها در طی دوره رسیدن ۷۰ روزه کاهش یافت. برطبق نتایج حاصله تیمار T1 (شاهد) به‌عنوان تیمار برتر بالاترین مقبولیت حسی را داشت.

کلمات کلیدی: شمارش سلول‌های سوماتیک، پنیر سفید آب نمکی، اسیدهای چرب آزاد، خصوصیات حسی، لیپولیز

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: shahabam20@yahoo.com

مقدمه

پنیر سفید آب نمکی یکی از محصولات بسیار مهم در دنیا به‌شمار می‌رود و در رژیم غذایی از جایگاه مهمی برخوردار است و مصرف سالانه هر فرد در حدود ۵/۴ کیلوگرم می‌باشد (Shahab Lavasani و همکاران، ۲۰۱۲). در صنعت سطح دوره رسیدن پنیرهای آب نمکی ۴۵-۹۰ روز است با این‌حال تمام هدف و تلاش‌های مجامع علمی دنیا این است که این زمان را به‌دلایل اقتصادی کوتاه‌تر نمایند. پنیر سفید آب نمکی مثل دیگر پنیرهایی که رسیده هستند نیاز به دوره رسیدن دارد تا ویژگی‌های حسی آن‌ها مطلوب‌تر شود. در شرایط آب و هوای گرم، نگه‌داری پنیر در آب نمک به‌منظور جلوگیری از آلودگی‌های میکروبی ضروری است. در واقع ویژگی‌های خاص پنیر آب نمکی در شرایط آب نمک‌گذاری بهبود می‌یابد. ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و حسی این نوع پنیر به‌وسیله فرآوری کردن و شرایط محیطی کنترل می‌شود (Alizadeh و همکاران، ۲۰۰۶).رسیدن پنیر یک‌سری واکنش بیوشیمیایی است و اولین تجزیه ترکیبات شیر توسط آنزیم‌ها به شکل گرفتن پدیده‌های گلیکولیز، لیپولیز و پروتئولیز منجر می‌شود. میکروارگانیسم‌های زیادی در پنیر وجود دارد که در طی رسیدن، مقدار و محصولات تولیدی حاصل از آن‌ها تغییر می‌کند. لیپولیز تری گلیسیریدهای شیر در طی رسیدن یکی از مهم‌ترین تغییرات بیوشیمیایی است که بر ویژگی‌های حسی پنیر تاثیر دارد. عامل مهم لیپولیز آنزیم‌های لیپولیتیک موجود در شیر و آنزیم‌های باقی‌مانده از میکروارگانیسم‌هایی است که در اثر پاستوریزاسیون غیرفعال شده‌اند. این آنزیم‌ها با تاثیر بر تری گلیسیریدهای شیر موجب آزادسازی اسیدهای چرب آزاد می‌گردد که این اسیدهای چرب آزاد نقش مهمی در توسعه طعم و ویژگی‌های ارگانولپتیکی محصول نهایی دارد (Alizadeh و همکاران، ۲۰۰۶). بیماری ورم پستان یکی از شایع‌ترین عفونت‌های غدد پستانی است که تحت تاثیر این بیماری سلول‌های سوماتیک در شیر افزایش می‌یابد. هنگامی‌که دام به بیماری ورم پستان مبتلا می‌گردد بازده شیر کاهش یافته و ترکیبات شیر تغییر می‌کند. شیری که دارای سلول‌های سوماتیک بالاتر است دارای غلظت بالاتری از آنزیم‌های آندوژن از جمله پروتئاز می‌باشد و متعاقباً فعالیت‌های آنزیمی نیز افزایش می‌یابد. این تغییرات کیفیت محصول نهایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و با این تغییرات سود و منافع دامداری و صنایع لبنی کاهش می‌یابد. هم‌چنین در شیر حاوی سلول‌های سوماتیک بالا، زمان انعقاد شیر افزایش یافته و مقدار پروتئین به‌دلیل نفوذپذیری عروق خونی نسبت به پروتئین‌های سرمی افزایش می‌یابد و مقدار چربی کاهش می‌یابد و رطوبت پنیر نیز افزایش یافته و بالطبع بازده پنیرسازی کاهش می‌یابد (Mazal و همکاران، ۲۰۰۲). با توجه به مشکلات رسیدن طولانی مدت پنیرهای سفید آب نمکی که سبب تحمیل هزینه‌های اضافی ازجمله نگه‌داری در سردخانه می‌شود و از طرفی به‌دلیل رسیدن به یک ویژگی مطبوع و دلپذیر در کوتاه‌مدت نیازمند بهره‌گیری از روش‌های شدت بخشیدن به فرایند رسیدن پنیرهای سفید آب نمکی می‌باشد. روش‌های تسریع رسانیدن پنیر بسیار متعدد هستند و هر کدام نیز دارای مزایا و محدودیت‌های مخصوص به‌خود می‌باشند. ازجمله افزایش دما، افزودن آنزیم لیپاز و پروتئاز، استفاده از کشت‌های کمکی و غیره. یکی از مطلوب‌ترین روش‌ها که تاثیر مهمی بر ویژگی‌های ارگانولپتیکی پنیرهای سفید آب نمکی دارد استفاده از آنزیم لیپاز میکروبی می‌باشد که بالطبع با افزودن آن به شیر پنیرسازی می‌توان در کوتاه‌مدت به ویژگی‌های ممتاز ارگانولپتیکی عامه‌پسند پنیرهای سفید آب نمکی دست یافت. این آنزیم با هیدرولیز تری‌گلیسریدهای موجود در پنیر و تبدیل آن به اسیدهای چرب آزاد و گلیسرول و در نهایت تغییر و تبدیل اسیدهای چرب آزاد به سایر ترکیبات موثر در طعم در ایجاد طعم خاص پنیر نقش مهمی را ایفا می‌کند که البته با توجه به این‌که شیر مورد استفاده در تولید پنیرهای سفید آب نمکی شیر خام می‌باشد حاوی درصدی از آنزیم‌های لیپاز ناشی از فلور طبیعی شیر می‌باشد که با بالا بردن غلظت آن می‌توان تاحدی واکنش‌های رسیدن پنیر خصوصاً لیپولیز را تشدیدکرد با توجه به این‌که تاکنون به‌رغم گستردگی تولید و مصرف پنیر تحقیقات همه جانبه‌ای درخصوص بررسی تأثیر سلول‌های سوماتیک و آنزیم لیپاز بر فرایند لیپولیز صورت نگرفته است بنابراین هدف از این تحقیق بررسی ترکیب اسیدهای چرب آزاد در پنیرهای تولید شده دارای سطوح مختلف سلول‌های سوماتیک و آنزیم لیپاز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد لازم جهت تولید پنیر سفید آب نمکی

شیر: از بین گاوهای شیری یک دامداری تعداد ۲۰ راس گاو هلشتاین در اواسط دوره شیردهی انتخاب شدند و در طی ده روز تزریق آنتی‌بیوتیک نداشتند و از نظر سن، شرایط تغذیه‌ای و تعداد زایمان دارای شرایط یکسان بودند. شیر هر کارتیه به‌طور جداگانه نمونه‌برداری شد و پس از تعیین شمار سلول‌های سوماتیک به‌وسیله دستگاه فوسوماتیک (فوس-دانمارک) کارتیه‌ها در سه سطح طبقه‌بندی شدند و سه نوع شیر با تعداد سلول‌های سوماتیک پایین (۱۰۰,۰۰۰> cell/ml) و تعداد سلول سوماتیک متوسط (۴۵۰,۰۰۰cell/ml>) و تعداد سلول سوماتیک بالا (۱,۰۰۰,۰۰۰ cell/ml<) به تاریخ روز از دامداری صنعتی مورد تایید شبکه دامپزشکی و سازمان غذا و دارو انتخاب و تهیه شد. از نظر کیفی شیر حاوی کم‌تر از (۱۰۰۰۰۰ cell/ml<) سلول سوماتیک مطلوب شناخته می‌شود.

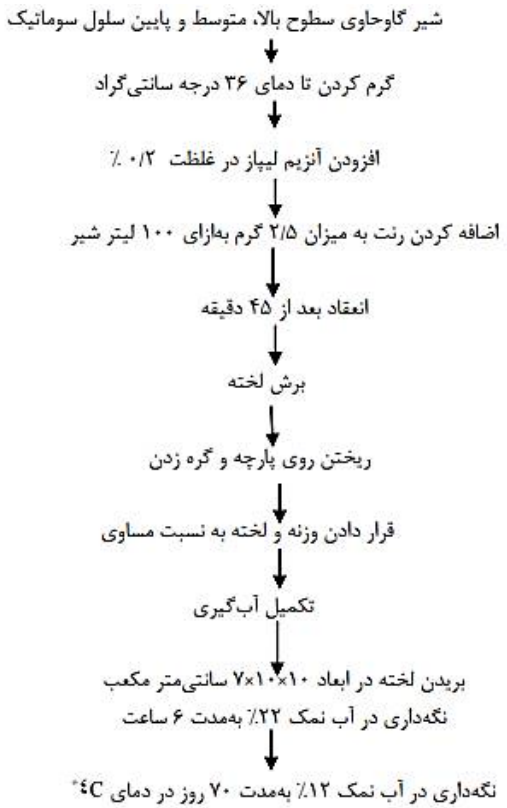
جدول ۱: مشخصات شیر مصرفی جهت تولید پنیر سفید آب نمکی

نوع شیر	اسیدیته g/100g	چربی ٪	پروتئین٪	ماده خشک٪
شیر با تعدادسلول سوماتیک پایین	۰/۱۳۹	۳/۵۷	۳/۱۳	۱۲/۰۶
شیر با تعداد سلول سوماتیک متوسط	۰/۱۴۸	۳/۳۸	۳/۴۵	۱۲/۳۶
شیر با تعداد سلول سوماتیک بالا	۰/۱۳۹	۳/۹۶	۳/۳۵	۱۲/۷۹

مایه پنیر و لیپاز: قرص مایه پنیر انزیمکس تولید شرکت آنزیم‌های صنعتی ایران (مواد اولیه از اروپا) و آنزیم لیپاز از شرکت SIGMA آمریکا و از کپک آسپرژیلوس نایجر (*Aspergillus niger*) است.

نمک: از نمک تصفیه شده با نام تجاری پوسان محصول شرکت پارس نمک کاوه ایران استفاده شد.

روش تولید پنیر سفید آب نمکی: شیر مورد استفاده در تولید پنیر را ابتدا صاف نموده و سپس مطابق با شکل ۱، پنیر سفید آب نمکی حاوی آنزیم لیپاز از شیر حاوی سطوح مختلف سلول‌های سوماتیک تهیه شد.



شکل ۱: فلوچارت تولید پنیر سفید آب نمکی با افزودن آنزیم لیپاز (Shahab Lavasani و همکاران، ۲۰۱۲).

بررسی ترکیب اسیدهای چرب آزاد نمونه‌های مختلف پنیر: برای آماده‌سازی نمونه‌های پنیرموجود در فالکون‌های ۵۰ میلی‌لیتری استریل پایه‌دار، جهت اندازه‌گیری اسیدچرب ابتدا به‌میزان ۲/۵ گرم از پنیر به‌همراه ۳ گرم سولفات سدیم و ۰/۳ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۲/۵ مولار در بشر مخلوط کرده و پس از آن ۱۰ میلی‌لیتر محلول دی اتیل اتر شامل ۲٪ اسید فرمیک برای تخلیه کامل اسیدهای چرب و نیزهپتان اضافه کرده و به‌همراه ۰/۱ میلی‌لیتر استاندار داخلی C۱۷:۰۰ و C۱۳:۰۰ (۰/۵ ml/milt) را به‌طور کامل مخلوط کرده تا آب اضافی پنیر خارج شود سپس مخلوط را در سانتریفوژ با دور rpm ۲۰۰۰ در ۵ دقیقه گذاشته تا صاف شده و پس از آن در پیش‌ستون Sample Q Agilant،استرالیاکه با هپتان نرمال مرطوب شده بود ریخته و استخراج چربی صورت گرفت. پنیرها را توسط ۱ گرم سولفات سدیم آب‌گیری کرده و اسیدهای چرب خنثی از ستون با ۱۰ میلی‌لیتر کلروفرم/ پروپانول (v/v,۲:۱) شستشو داده و استخراج اسیدچرب آزاد را توسط ۳ میلی‌لیتر دی‌اتیل‌اتر/هپتان (v/v, ۱:۱) سه بار انجام داده و اسیدهای چرب را از C۴:۰۰ تا C۲۰ از پنیر استخراج کرده در مرحله استخراج برای متلاشی کردن غشای گلبول چربی از دی‌اتیل‌اتر استفاده کرده و با استفاده از کلروفرم متانول به نسبت ۷۰:۳۰ اسیدهای چرب را استخراج کرده و بدون تغلیظ یا با استفاده از دمای بالا در فاز کلروفرم متیله شد. تمامی مراحل استخراج در دمای پایین انجام شد تا از پریدن اسیدهای چرب آزاد فرار مخصوصاً اسیدبوتیریک جلوگیری گردد. پروفایل اسیدچرب به‌وسیله گاز کروماتوگرافی تعیین شد (Shahab Lavasani و همکاران، ۲۰۱۲).

دستگاه گاز کروماتوگرافی: دستگاه گاز کروماتوگرافی مدل Varian ۳۴۰۰ star ساخت شرکت واریان (کالیفرنیا، آمریکا) مجهز به ستون موئینه سیلیکا ذوب شده به‌نام Bp-21(میکرومتر ۱×میلی‌متر ۰/۵۳× ۳۰ متر) پوشش داده شده با فاز اسیدچرب آزاد OV-۳۵۱ (پلی گلیکول نیتروفتالیک متصل‌شده) می‌باشد. پارامترهای به‌کارگرفته در کروماتوگرافی گازی درجدول ۲ آمده است. برنامه دمایی ستون در ابتدا دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد با توقف ۲ دقیقه در این دما سپس افزایش دما تا ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۰ درجه در هر دقیقه به‌مدت ۲۰ دقیقه استفاده کرده و دمای اتاقک تزریق ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و دمای دتکتور ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و از گاز هیدروژن به‌عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۸/۸ میلی‌لیتر در دقیقه فشار ۱۵Psig استفاده شد.

ارزیابی حسی: برای ارزیابی حسی پنیر ، ۱۰ نفر ارزیاب حسی آموزش دیده با قابلیت و مهارت برای انجام آزمون حسی انتخاب شدند. هم‌چنین مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۲۶ نمونه‌برداری انجام شد (بی‌نام، ۱۳۸۷). ارزیابی حسی مطابق با استاندارد ملی ایران به‌شماره ۴۶۹۱ با استفاده‌روش نمره‌دهی (۰ تا ۵) انجام و اتاق آزمون

طوری انتخاب شد که دیوارها و سقف روشن و مات، دمای اتاق ثابت و عاری از هرگونه بوی خارجی باشد سنجش ویژگی‌های حسی بر اساس مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای انجام شد (بی‌نام، ۱۳۷۸).

جدول۲: پارامترهای استفاده شده برای دستگاه کروماتوگرافی گازی در تجزیه اسیدهای چرب آزاد در تیمارها

نوع ستون	*Capillary BP-21 (CGE,Astralia)*
دمای ستون	دمای اولیه: ۱۲۵°C، نرخ افزایش دما: ۶°C، دمای پایانی: ۲۲۵°C مدت زمان ماندن ستون در دمای پایانی: ۲۰ min
دمای تزریقگاه	۲۳۵°C
دمای آشکارساز	۲۵۰°C
گاز حامل	نیتروژن با خلوص ۹۹/۹٪
شدت جریان گاز حامل	۸/۸ ml/min
شدت جریان هوای ورودی به آشکارساز	۳۰۰ml/min
شدت جریان گاز هیدروژن به آشکارساز	۳۰ ml/min
فشار سر ستون	Psig۱۵
نوع تزریق گاه	On-column
نوع آشکارساز	FID

روش تحلیل داده‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. جهت تشخیص معنی‌دار ($P<0/05$) یا عدم معنی‌دار بودن تیمارها ($P>0/05$) از تجزیه واریانس دو طرفه استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد. تیمارهای مورد بررسی در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳: معرفی تیمارها

نوع تیمار	مشخصات
T۱ (شاهد)	پنیر حاوی سطوح پایین سلول سوماتیک
T۲	پنیر حاوی سطوح متوسط سلول سوماتیک
T۳	پنیرحاوی سطوح بالا سلول سوماتیک
T۴	پنیرحاوی سطوح پایین سلول سوماتیک و افزودن آنزیم لیپاز با غلظت ۰/۲٪
T۵	پنیر حاوی سطوح متوسط سلول سوماتیک و افزودن آنزیم لیپاز با غلظت ۰/۲٪
T۶	پنیر حاوی سطوح بالا سلول سوماتیک و افزودن آنزیم لیپاز با غلظت ۰/۲٪

نتایج

ترکیب اسیدهای چرب آزاد پنیرهای تهیه شده از سطوح مختلف سلول سوماتیک برحسب میلی‌گرم در صد گرم نمونه در طی دوره ماندگاری هفتاد روزه به‌ترتیب در جداول ۴، ۵ و ۶ آورده شده است.

جدول ۴: اسیدهای چرب آزاد زنجیر کوتاه میلی‌گرم در صد گرم در نمونه‌های پنیر سفید آب نمکی† تهیه شده از سطوح مختلف سلول سوماتیک با و بدون افزودن آنزیم لیپاز‡

روز	تیمار	$C_{4:0}$	$C_{6:0}$	$C_{8:0}$	C_{10}
۵	T_1(Control)	۲۹۴/۰±۱۲/۸۹m	۲۲۶/۰±۰۷/۴۵q	۱۴۳/۰±۶۶/۵۴q	۳۶۲/۰±۷۶/۰۷p
	T_2	۱۶۷/۰±۱۲/۳۹o	۱۶۲/۰±۰۳/۱۸r	۹۲/۰±۰۹/۴۴t	۲۶۴/۰±۵۳/۲۹r
	T_3	۳۶۹/۰±۲۷۵/۸۲n	۲۷۱/۰±۶۸/۵۱p	۱۵۸/۰±۵۰/۴۲rs	۳۲۴/۰±۷۹/۱۲q
	T_4	۳۸۶/۰±۵۷/۹۳q	۲۷۶/۰±۷۵/۵۷n	۱۷۵/۰±۷۷/۳۸p	۳۵۳/۰±۳۳/۰۲۵o
	T_5	۳۵۱/۰±۹۳/۰۵r	۲۷۷/۰±۰۸/۴۴o	۱۸۲/۰±۹۴/۱۶o	۴۵۸/۰±۷۲/۵۳m
	T_6	۳۴۳/۱±۸۰/۰۱p	۲۸۲/۰±۴۶/۵۴m	۱۹۶/۰±۶۷/۴۳n	۴۳۸/۰±۸۲/۳۹n
۳۵	T_1(Control)	۳۹۲/۲±۳۳/۰۱g	۲۷۶/۰±۵۹/۵۱e	۱۷۴/۰±۶۵/۵۵d	۴۳۶/۰±۷۰/۱۴d
	T_2	۲۱۸/۰±۰۸/۱۳۵i	۱۸۶/۰±۸۵/۹۲f	۱۳۰/۰±۹۸/۸۲f	۳۶۴/۰±۵۲/۲۷f
	T_3	۲۹۷/۰±۶۴/۶h	۲۳۷/۰±۹۴/۳۱d	۱۵۰/۰±۸۱/۳۹de	۴۱۵/۰±۹۰/۰۳۵e
	T_4	۴۰۲/۰±۳۴/۵۶k	۲۹۰/۰±۶۹/۵۳b	۱۸۱/۰±۶۰/۴۱c	۴۳۰/۰±۶۷/۰۱c
	T_5	۳۳۲/۰±۸۵/۳۵l	۲۸۲/۰±۷۳/۷۷c	۲۱۰/۰±۶۸/۵۴b	۴۸۹/۰±۵۹/۱۵a
	T_6	۳۸۰/۱±۷۲j	۳۱۷/۰±۳۲/۲۱a	۲۱۳/۰±۹۰/۲۲a	۴۹۶/۰±۸۰/۰۳b
۷۰	T_1(Control)	۳۰۴/۲±۵۰a	۲۰۸/۰±۸۰/۰۵k	۱۴۵/۰±۶/۶j	۳۸۲/۰±۸/۳j
	T_2	۱۸۴/۱±۳۷/۰۲c	۱۲۷/۰±۹۰/۵۲l	۹۲/۰±۱۹/۵۲m	۳۱۸/۰±۸۳/۳۷l
	T_3	۳۳۷/۰±۰۷/۵۲b	۲۴۹/۰±۵۶/۶۵j	۱۵۲/۰±۶۶/۲۷kl	۳۹۷/۰±۶۷/۱۶k
	T_4	۴۷۹/۰±۱۵/۹۵e	۳۳۸/۰±۹۸/۵۴h	۲۰۶/۰±۶۳/۲۳i	۴۳۵/۰±۹۱/۰۳i
	T_5	۳۷۹/۰±۹۷/۱۲f	۳۲۰/۰±۱۹/۹۱i	۱۸۶/۰±۸۹/۱۱h	۴۵۷/۰±۶۸/۸۴g
	T_6	۰±۳۹۱/۲۲d	۳۱۸/۰±۴۳/۱۱g	۱۹۱/۰±۸۰/۲۹g	۴۳۴/۰±۸۰/۰۲۵h

†T_1 : پنیر آب نمکی با سوماتیک پایین بدون آنزیم لیپاز (شاهد)، T_2 : پنیر آب نمکی با سوماتیک متوسط بدون آنزیم لیپاز، T_3 : پنیر آب نمکی با سوماتیک بالا بدون آنزیم لیپاز، T_4 : پنیر آب نمکی با سوماتیک پایین با ۰/۲٪ آنزیم لیپاز، T_5 : پنیر آب نمکی با سوماتیک متوسط با ۰/۲٪آنزیم لیپاز، T_6 : پنیر آب نمکی با سوماتیک بالا با ۰/۲٪ آنزیم لیپاز، ‡داده‌ها در هر ستون با توان حرفی متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار $P<0/05$ می‌باشد.

جدول۵: اسیدهای چرب آزاد زنجیرمتوسط میلی‌گرم در صد گرم در نمونه‌های پنیر سفید آب نمکی †تهیه شده از سطوح مختلف سلول سوماتیک با و بدون افزودن آنزیم لیپاز‡

روز	تیمار	$C_{12:0}$	$C_{14:0}$	$C_{14:1}$
۵	T_1(Control)	۵۰۵/۰±۵۶/۹۵o	۱۳۴۸/۰±۸۹/۰۳q	۳۶۲/۰±۷۲/۰۳b
	T_2	۳۴۴/۰±۶۵/۴۷r	۱۰۲۵/۰±۷۲/۰۲r	۳۸۸/۰±۰۸/۰۳۵a
	T_3	۳۶۲/۰±۶۰/۲۳q	۱۳۳۶/۰±۵۰/۱۲o	۹۸/۰±۵۳/۰۳f
	T_4	۴۲۹/۰±۵۲/۳۴p	۱۴۳۰/۰±۶۴/۰۴op	۲۳۰/۰±۳۲/۱۸d
	T_5	۵۸۳/۰±۰۶/۱۵m	۱۶۴۸/۰±۷۶/۰۳m	۱۸۷/۰±۷۴/۰۲c
	T_6	۴۹۳/۰±۱۱/۰۳۵n	۱۴۹۷/۰±۹۷/۱۳n	۱۳۵/۰±۴۳/۰۵e
۳۵	T_1(Control)	۴۸۷/۰±۳۹/۵۲c	۱۵۹۹/۰±۴۷/۱۱e	۱۲۳/۰±۸۲/۰۶h
	T_2	۴۵۹/۰±۴۵/۳۵f	۱۳۲۹/۰±۹۰/۰۴f	۱۱۵/۰±۰۸/۰۵g
	T_3	۴۷۹/۰±۱۹/۱۳e	۱۵۶۷/۰±۵۴/۱۸c	۱۲۲/۰±۶۵/۰۳l
	T_4	۴۷۵/۰±۴۷/۱۶d	۱۴۹۸/۰±۲۷/۱۴cd	۱۱۶/۰±۸۹/۰۳j
	T_5	۶۱۷/۰±۴۲/۳۰a	۱۷۳۷/۰±۰۵/۰۷a	۱۶۸/۰±۹۴/۰۳i
	T_6	۴۹۳/۰±۱۱/۰۳b	۱۶۵۹/۰±۰۹/۰۳b	۱۳۸/۰±۸۶/۰۴k
۷۰	T_1(Control)	۴۶۳/۰±۹۹/۲۴i	۱۴۴۱/۰±۴۹/۲۴k	۱۰۶/۰±۴۹/۲۴n
	T_2	۴۳۸/۰±۴۲/۳۱l	۱۲۴۳/۰±۹۲/۰۳l	۹۹/۰±۴۴/۰۴m
	T_3	۴۷۳/۰±۷۷/۰۶k	۱۵۴۹/۲۲±۸۴/۴۲i	۱۱۴/۰±۳۲/۰۲r
	T_4	۴۵۹/۰±۰۴/۰۸۵j	۱۵۱۷/۰±۹۳/۰۳۵ij	۱۱۶/۰±۶۸/۰۲p
	T_5	۵۷۸/۰±۱۲/۱۲g	۱۶۴۴/۰±۴۴/۰۴۵g	۱۷۰/۰±۳۹/۰۲o
	T_6	۵۰۳/۰±۴۴/۰۷h	۱۵۹۰/۰±۳۵/۰۲۵h	۱۳۸/۰±۵۱/۰۵q

T_1† : پنیر آب نمکی با سوماتیک پایین بدون آنزیم لیپاز (شاهد)، T_2 : پنیر آب نمکی با سوماتیک متوسط بدون آنزیم لیپاز، T_3 : پنیر آب نمکی با سوماتیک بالا بدون آنزیم لیپاز، T_4 : پنیر آب نمکی با سوماتیک پایین با ۰/۲٪ آنزیم لیپاز، T_5 : پنیر آب نمکی با سوماتیک متوسط با ۰/۲٪آنزیم لیپاز، T_6 : پنیر آب نمکی با سوماتیک بالا با ۰/۲٪ آنزیم لیپاز، ‡داده‌ها در هر ستون با توان حرفی متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار $P<0/05$ می‌باشد.

جدول۶: اسیدهای چرب آزاد زنجیربلند میلی‌گرم در صد گرم در نمونه‌های پنیر سفید آب نمکی† تهیه شده از سطوح مختلف سلول سوماتیک با و بدون افزودن آنزیم لیپاز‡

روز	تیمار	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{18:3}$	$C_{20:0}$
۵	T_1(Control)	۴۰۴۴/۰±۱۶/۰۲o	۶۹۱/۰±۴۲/۰۲b	۹۳۰/۰±۴۷/۱o	۱۹۷۶/۰±۰۱/۰۳q	۵۰۸/۲۵۰±۳۹/۰۲ab	۱۴/۰±۵۸/۰۲c	۲۰/۰±۶۳/۰۱d
	T_2	۳۳۳۰/۰±۶۴/۰۴r	۷۵۲/۰±۷۳/۰۳a	۵۴۰/۰±۱۸/۰۳r	۱۵۷۰/۰±۷۴/۰۱r	۲۵۵/۰±۴۷/۰۲ef	۴۴/۰±۸۷/۰۲۵a	۱۱/۰±۷۲/۰۲۵f
	T_3	۳۹۹۵/۰±۸۲/۰۴q	۱۷۵/۰±۱۴/۰۴f	۱۲۹۳/۰±۸۵/۰۳n	۲۹۵۴/۰±۸۹/۰۱p	۲۶۲/۰±۶۸/۰۲a	۲۸/۰±۰۱/۰۴۵b	۳۰/۰±۴۲/۰۲۵b
	T_4	۴۴۱۰/۰±۰۴/۰۶n	۱۹۶/۰±۵۶/۰۱c	۹۷۶/۰±۵۸/۰۴p	۲۴۲۲/۰±۱۱/۰۴n	۳۹۳/۰±۱۲/۰۲abc	۱۲/۰±۴۶/۰۲۵de	۱۹/۰±۹۴/۰۴a
	T_5	۴۱۹۶/۰±۵۶/۰۳p	۱۹۶/۰±۳۲/۰۲d	۸۵۹/۰±۵۸/۰۲q	۲۴۷۶/۰±۱۹/۰۱m	۲۱۲/۰±۴۳/۰۱abcd	۱۸/۰±۵۵/۰۲f	۱۶/۰±۰۸/۰۲۵e
	T_6	۴۲۷۲/۰±۵۱/۰۳m	۱۶۷/۰±۶۹/۰۲e	۱۲۱۵/۰±۹۴/۰۲m	۲۴۵۷/۰±۹۳/۰۱o	۲۳۷/۰±۲۳/۰۱e	۱۲/۰±۴۴/۰۲۵d	۱۹/۰±۸۹/۰۲c
۳۵	T_1(Control)	۴۹۷۸/۰±۹۷/۰۱c	۲۲۵/۰±۷۹/۰۳n	۱۲۶۴/۰±۸۴/۰۴c	۲۷۴۴/۰±۵/۰۲e	۳۲۶/۰±۴۴/۰۴ab	۱۷/۰±۷۰/۰۲i	۱۳/۰±۶۲/۰۲۵j
	T_2	۳۴۶۷/۰±۹۵/۰۲f	۱۵۴/۰±۴۱/۰۳m	۷۴۶/۰±۶۸/۰۲f	۱۹۷۵/۰±۶۵/۰۳f	۲۷۷/۰±۵۰/۰۲ef	۱۱/۰±۱۲/۰۲۵g	۲۰/۰±۲۰/۰۲l
	T_3	۴۵۴۷/۰±۹۲/۰۵e	۱۶۵/۰±۶۲/۰۴r	۱۲۷۴/۰±۱۳/۰۲b	۲۴۴۵/۰±۸۷/۰۳d	۳۹۹/۰±۴۴/۰۲a	۱۸/۰±۹۷/۰۱۵h	۱۲/۰±۶۷/۰۳h
	T_4	۴۶۹۱/۰±۳۸/۰۳b	۲۲۳/۰±۲۴/۰۳o	۱۱۸۶/۰±۹۶/۰۱d	۲۷۵۶/۰±۰۲/۰۳b	۳۴۹/۰±۲۸/۰۲abc	۱۸/۰±۴۱/۰۳۵jk	۳۸/۰±۱۱/۰۳۵g
	T_5	۴۶۲۰/۰±۴۵/۰۳d	۲۱۹/۰±۴۷/۰۲p	۱۰۱۸/۰±۸۰/۰۲e	۲۶۱۷/۰±۴۷/۰۳a	۳۱۳/۰±۹۰/۰۲abcd	۱۴/۰±۶۶/۰۳۵l	۱۵/۰±۹۶/۰۰k
	T_6	۴۸۰۸/۰±۴۷/۰۶a	۱۹۱/۰±۹۲/۰۲q	۱۳۶۹/۰±۱۹/۰۲a	۲۶۴۰/۰±۳۷/۰۳c	۲۹۲/۰±۶۴/۰۲e	۱۷/۰±۷۱/۰۲j	۱۴/۰±۹۹/۰۲۵i
۷۰	T_1(Control)	۴۳۳۴/۰±۳۷/۶۲i	۲۰۳/۰±۸۲/۰۷h	۱۱۵۶/۰±۳۲/۰۷i	۲۴۶۲/۰±۵۲/۰۲k	۳۱۸/۰±۷۷/۰۲ab	۲۰/۰±۲۰/۲o	۱۲/۰±۵۴/۰۴p
	T_2	۳۱۲۴/۰±۷۳/۰۶l	۶۰۷/۰±۹۷/۰۲g	۶۸۶/۰±۱۴/۰۲l	۱۶۷۵/۰±۲۷/۰۳l	۲۸۲/۰±۷۷/۰۲ef	۱۰/۰±۶۶/۰۴۵m	۹/۰±۶۷/۰۲۵r
	T_3	۴۵۸۶/۰±۰۴/۰۷k	۱۶۷/۰±۶۶/۰۲l	۱۲۹۲/۰±۸۸/۰۲h	۲۱۷۳/۰±۰۱/۰۴j	۵۰۴/۰±۲۱/۰۲۵a	۱۵/۰±۲۶/۰۲n	۱۰/۰±۱۸/۰۲n
	T_4	۴۶۹۲/۰±۱۶/۰۴h	۲۲۱/۰±۸۱/۰۲i	۱۱۵۸/۰±۹۵/۰۲j	۲۶۷۳/۰±۰۰/۰۳h	۳۳۸/۰±۴۷/۰۲۵abc	۱۲/۰±۸۵/۰۳pq	۱۵/۰±۴۰/۰۲m
	T_5	۴۳۸۴/۰±۲۵/۰۶j	۲۱۴/۰±۵۶/۰۲j	۹۷۹/۰±۳۵/۰۴k	۲۷۶۱/۰±۲۸/۰۲g	۳۱۹/۰±۳۰/۰۱abcd	۱/۰±۲۸/۰۲r	۱۲/۰±۶۴/۰۲q
	T_6	۴۷۶۳/۰±۲۹/۰۸g	۱۹۹/۰±۳۰/۰۲k	۱۲۷۹/۰±۷۹/۰۲g	۲۵۷۲/۰±۴۹/۰۲i	۲۹۳/۰±۷۶/۰۲e	۱۷/۳±۳۴/۱۱p	۱۶/۰±۸۴/۰۲o

T_1† : پنیر آب نمکی با سوماتیک پایین بدون آنزیم لیپاز (شاهد)، T_2 : پنیر آب نمکی با سوماتیک متوسط بدون آنزیم لیپاز، T_3 : پنیر آب نمکی با سوماتیک بالا بدون آنزیم لیپاز، T_4 : پنیر آب نمکی با سوماتیک پایین با ۰/۲٪ آنزیم لیپاز، T_5 : پنیر آب نمکی با سوماتیک متوسط با ۰/۲٪آنزیم لیپاز، T_6 : پنیر آب نمکی با سوماتیک بالا با ۰/۲٪ آنزیم لیپاز، ‡داده‌ها در هر ستون با توان حرفی متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار $P<0/05$ می‌باشد.

تغییرات اسیدبوتیریک (C4:0): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان بر روی میزان اسیدبوتیریک معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش شد. مقدار اسیدبوتیریک در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین‌مقدارمربوط به تیمار T۴ و برابر $\frac{mg}{100gr}$ ۳۸۶/۵۷ ودرکم‌ترین میزان معادل $\frac{mg}{100gr}$ ۱۶۷/۱۲ مربوط به تیمار T۲ گزارش شد که مقدار اسیدبوتیریک تیمار T۶به تیمار شاهد نزدیک‌تر بود.مقدار اسیدبوتیریک تیمار T۲ و T۱ ابتدا تا پایان روز ۳۵ افزایش و سپس تا پایان دوره رسیدن یعنی روز ۷۰ کاهش یافت و مقدار اسیدبوتیریک تیمار T۳ از روز ۵ تا ۳۵ کاهش و سپس تا روز ۷۰ افزایش یافت و مقدار اسید بوتیریک تیمار T۶ و T۴ از روز ۵ تا پایان دوره رسیدن افزایش یافت ولی تیمار T۵ ابتدا از روز ۵ تا روز ۳۵ از دوره نگه‌داری کاهش و سپس تا روز ۷۰ افزایش یافت (جدول۴).

تغییرات اسیدکاپروئیک (C6:0): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان بر روی میزان اسیدکاپروئیک معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش شد. مقدار اسیدکاپروئیک در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین‌مقدارمربوط به تیمار T۶ و برابر $\frac{mg}{100gr}$ ۲۸۲/۴۶ ودرکم‌ترین میزان معادل $\frac{mg}{100gr}$ ۱۶۲/۰۳ مربوط به تیمار T۲ گزارش شد که مقدار اسیدکاپروئیک تیمار T۳ به تیمار شاهد نزدیک‌تر بود (جدول ۴).

تغییرات اسیدکاپریلیک (C8:0): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان بر روی میزان اسیدکاپریلیک معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش شد. مقدار اسیدکاپریلیک در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین‌مقدارمربوط به تیمار T۶ و برابر $\frac{mg}{100gr}$ ۱۹۶/۶۷ و درکم‌ترین میزان معادل $\frac{mg}{100gr}$ ۹۲/۰۹ مربوط به تیمار T۲ گزارش شد که مقدار اسیدکاپریلیک تیمار T۳ به تیمار شاهد نزدیک‌تر بود (جدول ۴).

تغییرات اسیدکاپریک (C10:0): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان بر روی میزان اسیدکاپریک معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش‌شد. مقدار اسیدکاپریک در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین مقدار مربوط به تیمار T۵ و برابر $\frac{mg}{100gr}$ ۴۵۸/۷۲ و در کم‌ترین میزان معادل $\frac{mg}{100gr}$ ۲۶۴/۵۳ مربوط به تیمار T۲ گزارش شد که مقدار اسید کاپریک تیمار T۴ به تیمار شاهد نزدیک‌تر بود (جدول ۴).

تغییرات‌اسیدلوریک(C12:0): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان بر روی میزان اسیدلوریک معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش شد. مقدار اسیدلوریک در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین مقدار مربوط به تیمار T۵ و برابر $\frac{mg}{100gr}$ ۵۸۳/۰۶ و در کم‌ترین میزان معادل $\frac{mg}{100gr}$ ۳۴۴/۶۵ مربوط به تیمار T۲ گزارش شد که مقدار اسیدلوریک تیمار T۶ به تیمار شاهد نزدیک‌تر بود (جدول ۵).

تغییرات اسیدمیریستیک (C14:0): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان بر روی میزان اسیدمیریستیک معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش شد. مقدار اسیدمیریستیک در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین مقدار مربوط به تیمار T۵ و برابر $\frac{mg}{100gr}$ ۱۶۴۸/۷۶ و در کم‌ترین میزان معادل $\frac{mg}{100gr}$ ۱۰۲۵/۷۲ مربوط به تیمار T۲ گزارش شد که مقدار اسیدمیریستیک تیمار T۳ به تیمار شاهد نزدیک‌تر بود (جدول ۶).

تغییرات اسیدمیریستولئین (C14:1): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان بر روی میزان اسیدمیریستولئین معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش شد. مقدار اسیدمیریستولئین در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین مقدار مربوط به تیمار T۲ و برابر $\frac{mg}{100gr}$ ۳۸۸/۰۸ و در کم‌ترین میزان معادل $\frac{mg}{100gr}$ ۹۸/۵۳ مربوط به تیمار T۳ گزارش شدکه مقدار اسیدمیریستولئین تیمار T۲ به تیمار شاهد نزدیک‌تر بود (جدول ۵).

تغییرات اسیدپالمیتیک (C16:0): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان بر روی میزان اسیدپالمیتیک معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش شد. مقدار اسیدپالمیتیک در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین مقدار مربوط به تیمار T۴ و برابر $\frac{mg}{100gr}$ ۴۴۱۰/۰۴ و در کم‌ترین میزان معادل $\frac{mg}{100gr}$ ۳۳۳۰/۶۴ مربوط به تیمار T۲ گزارش شد که مقدار اسیدپالمیتیک تیمار T۳ به تیمار شاهد نزدیک‌تر بود (جدول ۶).

تغییرات اسیدپالمیتولئیک (C16:0): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان بر میزان اسیدپالمیتولئیک معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش شد. مقدار اسیدپالمیتولئیک در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین‌مقدار مربوط به تیمار T۲ و برابر $\frac{mg}{100gr}$ ۷۵۲/۷۳ ودرکم‌ترین میزان معادل $\frac{mg}{100gr}$ ۱۶۷/۶۹مربوط به تیمار T۶گزارش شد که مقدار اسیدپالمیتولئیک تیمار T۲ به تیمار شاهد نزدیک‌تر بود (جدول ۶).

تغییرات اسیداستئاریک (C18:0): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان بر روی میزان اسیداستئاریک معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش شد. مقدار اسیداستئاریک در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین مقدار مربوط به تیمار T۳ و برابر $\frac{mg}{100gr}$ ۱۲۹۳/۸۵ و در کم‌ترین میزان معادل $\frac{mg}{100gr}$ ۵۴۰/۱۸ مربوط به تیمار T۲ گزارش شد که مقدار اسیداستئاریک تیمار T۴ به تیمار شاهد نزدیک‌تر بود (جدول ۶).

تغییرات اسیداولئیک (C18:0): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان بر روی میزان اسیداولئیک معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش شد. مقدار اسیداولئیک در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین مقدار مربوط به تیمار T۳ و برابر $\frac{mg}{100gr}$ ۲۹۵۴/۸۹ و در کم‌ترین میزان معادل $\frac{mg}{100gr}$ ۱۵۷۰/۷۴ مربوط به تیمار T۲گزارش شد که مقدار اسید اولئک تیمار T۲ به تیمار شاهد نزدیک‌تر بود (جدول ۶).

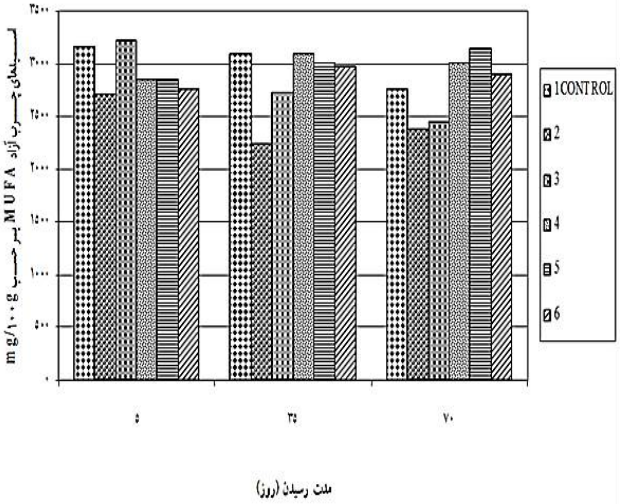
تغییرات اسیدلینولئیک (C18:2): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان بر روی میزان اسیدلینولئیک معنی‌دار P> ۰/۰۵

گزارش شد. مقدار اسیدلینولئیک در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین مقدار مربوط به تیمار T۱ برابر $\frac{mg}{100gr}$ ۵۰۸/۳۹ و در کم‌ترین میزان معادل $\frac{mg}{100gr}$ ۲۱۲/۴۳مربوط به تیمار T۵ گزارش شد که مقدار اسیدلینولئیک تیمار T۴ به تیمار شاهد نزدیک‌تر بود (جدول ۶).

تغییرات اسیدلینولنیک (C۱۸:۳): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان بر روی میزان اسیدلینولنیک معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش شد. مقدار اسیدلینولنیک در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین‌مقدار مربوط به تیمار T۲ و برابر $\frac{mg}{100gr}$ ۴۴/۸۷ و در کم‌ترین میزان معادل $\frac{mg}{100gr}$ ۱۲/۴۴ مربوط به تیمار T۶ گزارش شد که مقدار اسیدلینولنیک تیمار T۴ به تیمار شاهد نزدیک‌تر بود (جدول ۶).

تغییرات اسیدآراشیدیک (C۲۰:۰): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان بر روی میزان اسیدآراشیدیک معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش شد. مقدار اسیدآراشیدیک در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین مقدار مربوط به تیمار T۳ و برابر $\frac{mg}{100gr}$ ۳۰/۴۲ ودر کم‌ترین میزان معادل $\frac{mg}{100gr}$ ۱۱/۷۲ مربوط به تیمار T۲ گزارش شد که مقدار اسیدآراشیدیک تیمار T۴ به تیمار شاهد نزدیک‌تر بود (جدول ۶).

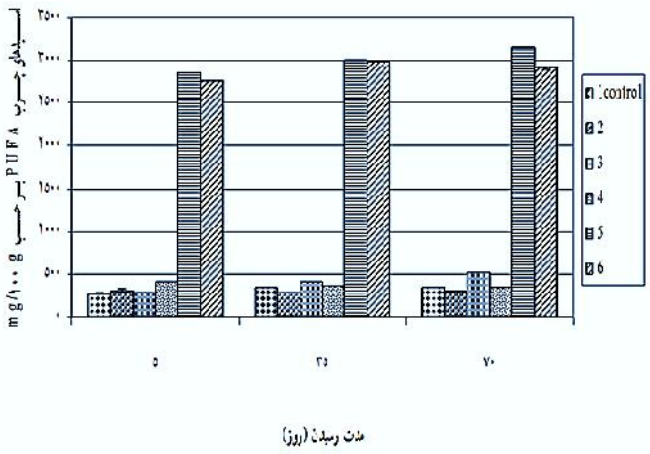
تغییرات اسیدچرب تک‌غیراشباعی(MUFA=Mono Unsaturated Free Fatty Acids): اثر زمان و اثر تیمار معنی‌دار p>۰/۰۵ نمی‌باشد و اثر متقابل تیمار × زمان معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش شد. مطابق شکل ۲ مقدار اسیدهای چرب تک غیراشباعی در روز پنجم از دوره رسیدن در بیش‌ترین مقدار مربوط به تیمار T۳ و در کم‌ترین میزان مربوط به تیمار T۲ است. در روز ۳۵ از دوره رسیدن کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار اسیدهای چرب تک غیراشباعی مربوط به تیمار T۲ و T۱ است و در پایان دوره رسیدن یعنی روز ۷۰ کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار اسیدهای چرب تک غیراشباعی مربوط به تیمار T۲ و T۵ است.



مدت رسیدن (روز)

شکل ۲: نمودار تغییرات اسیدهای چرب آزاد تک غیر اشباعی یاMUFA

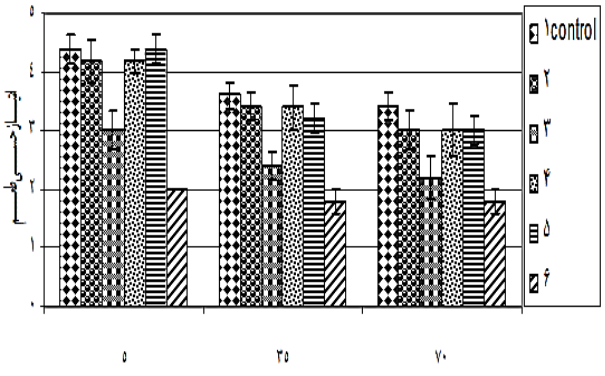
تغییرات اسید چرب چندغیراشباعی (PUFA=Poly Unsaturated Free Fatty Acids): اثر زمان و اثر تیمار و اثر متقابل تیمار × زمان معنی‌دار P<۰/۰۱ گزارش شد. با توجه به شکل ۳ مقدار اسیدهای چرب‌چندغیراشباعی‌در روز پنجم از دوره‌رسیدن در بیش‌ترین مقدار مربوط به تیمار T۴ و در کم‌ترین میزان مربوط به تیمار T۱ است. در روز ۳۵ از دوره رسیدن کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار اسیدهای چرب چندغیراشباعی مربوط به تیمار T۱ و T۵ است و در پایان دوره رسیدن یعنی‌روز ۷۰ کم‌ترین‌و بیش‌ترین مقدار اسیدهای چرب تک‌غیراشباعی مربوط به تیمار T۲ و T۵ است.



مدت رسیدن (روز)

شکل ۳: نمودار تغییرات اسیدهای چرب چند غیر اشباعی یا PUFA

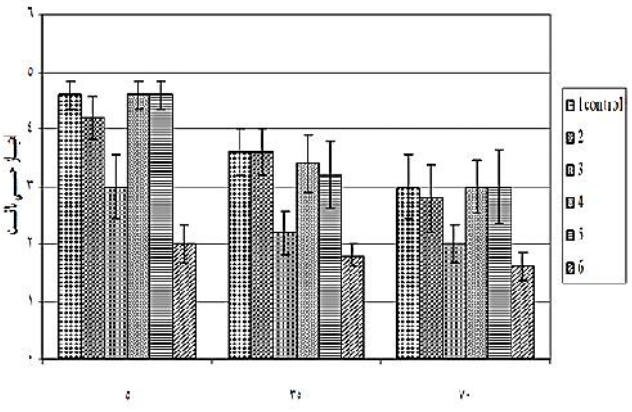
امتیاز حسی طعم: اثر تیمار و اثر زمان معنی‌دار p<۰/۰۱ می‌باشد و اثر متقابل تیمار × زمان معنی‌دار p>۰/۰۵ نمی‌باشد. باتوجه به شکل ۴، امتیاز حسی طعم در تمام دوره رسیدن در بیش‌ترین میزان مربوط به تیمار T۱ و در کم‌ترین میزان مربوط به تیمار T۶ بود ودرطی دوره نگه‌داری ۷۰ روزه میزان امتیاز طعم تمامی تیمارها کاهش یافت و نزدیک‌ترین امتیاز طعم به تیمار شاهد T۲ می‌باشد.



مدت رسیدن (روز)

شکل ۴: نمودار تغییرات امتیاز حسی طعم

امتیاز حسی بافت: اثر تیمار و اثر زمان معنی‌دار $p<0/01$ می‌باشد و اثر متقابل تیمار × زمان معنی‌دار $p>0/05$ نمی‌باشد. با توجه به شکل ۵، امتیاز حسی بافت در تمام دوره رسیدن در کم‌ترین میزان مربوط به تیمار T۶ بود و در بیش‌ترین میزان در روز ۵ از دوره رسیدن مربوط به تیمار T۵، T۴ و T۱ بود و در روز ۳۵ بیش‌ترین میزان مربوط به تیمار T۲ و T۱ بود و در روز ۷۰ بیش‌ترین میزان مربوط به تیمار T۵، T۴ و T۱ بود و امتیاز بافت تمامی تیمارها در طی دوره نگه‌داری ۷۰ روزه روند کاهشی داشته است و نزدیک‌ترین تیمار به تیمار شاهد تیمار T۲ می‌باشد.



شکل۵: نمودار تغییرات امتیاز حسی بافت

بحث

اسیدبوتیریک یکی از مهم‌ترین اسیدهای چرب زنجیر کوتاه می‌باشد که وجود آن به‌عنوان یکی از موثرترین ترکیبات تولید طعم در پنیر حائز اهمیت است (Shahab Lavasani، ۲۰۱۸). در طی دوره نگه‌داری مقدار آن تا حدودی افزایش پیدا کرد و در تیمارهای مختلف غلظت آن در نوسان بود ولی در تیمارهای حاوی سلول های سوماتیک بالا به‌دلیل رطوبت بیش‌تر لیپولیز تری گلیسیریدها با شدت بیش‌تری صورت گرفت. علاوه بر این فعالیت لیپولیتیک افزایش یافته در شیرهای با سلول‌های سوماتیک بیش‌تر ممکن است سبب لیپولیز شدیدتری شود. عموماً اسیدهای چرب آزاد دارای غلظت بیش‌تری در نمونه‌های حاوی سلول‌های سوماتیک بالا می‌باشد. در پنیرهای آب نمکی وجود نمک دارای یک تاثیر بازدارنده بر روی فعالیت لیپاز می‌باشد بنابراین در اوایل دوره رسیدن تا پایان روز ۳۵ام از کل دوره به‌دلیل این‌که غلظت موجود در لخته به مقدار ماکزیمم خود هنوز نرسیده است فعالیت لیپولیتیک با سرعت بیش‌تری انجام می‌شود ولی از پایان روز ۳۵ام تا پایان دوره رسیدن از یک‌سو تاثیر غلظت نمک و از سوی دیگر عامل تغییر و تبدیل اسیدهای چرب خصوصاً اسیدهای چرب زنجیر کوتاه به ترکیبات موثر در طعم، غلظت این اسیدهای چرب کاهش پیدا کرد. نتایج این تحقیق با نتایج Jaeggi و همکاران (۲۰۰۳) که بیان داشتند میزان اسیدبوتیریک به‌طور معنی‌داری در تمام پنیرهای تهیه شده از شیر حاوی سلول‌های سوماتیک بالاتر، بیش‌تر از پنیرهای تهیه شده از شیرحاوی سلول‌های سوماتیک متوسط و پایین بود، مطابقت داشت. اسیدهای چرب اصلی مشاهده شده در طی دوره رسیدن اسیدبوتیریک در میان اسیدهای چرب آزاد زنجیر کوتاه اسیدکاپریک (C۱۰:۰)، اسیدمیریستیک (C ۱۴:۰) در میان اسیدهای چرب با زنجیره متوسط و اسیدپالمتیک (C۱۶:۰) در میان اسیدهای چرب اشباع زنجیربلند و اسیداولئیک (C۱۸:۱) در میان اسیدهای چرب غیراشباع زنجیربلند می‌باشد. فراوان‌ترین اسیدهای چرب آزاد در همه تیمارها با توجه به سطوح مختلف سلول‌های سوماتیک و دوره رسیدن اسیدپالمتیک (C۱۶:۰)، اسیداولئیک (C۱۸:۱) و اسید میریستیک (C۱۴:۰) می‌باشد. اگرچه مقدار اسیدهای چرب زنجیر کوتاه در مقایسه با سایر اسیدهای چرب کم‌تر مشاهده شد ولی آن‌ها بیش‌تر از اسیدهای چرب زنجیربلند در طعم پنیر شرکت می‌کنند. مقدار رطوبت بالای پنیرهای تهیه شده از شیر با تعداد سلول‌های سوماتیک بالا ممکن است باعث شود که لیپولیز تری‌گلیسیریدها در این نوع پنیرها شدیدتر باشد و اسیدهای چرب آزاد بیش‌تری را تولید کنند. علاوه براین فعالیت لیپولیتیک افزایش یافته در شیرهای با بیش‌ترین مقدار سلول‌های سوماتیک ممکن است باعث لیپولیز شدیدتری شود. به‌طورکلی در پنیرهای تهیه شده از شیر حاوی سلول‌های سوماتیک بیش‌تر، اسیدهای چرب آزاد فرار بیش‌تری وجود داشت. با این‌حال تفاوت میان اسیدهای چرب آزاد فرار در طی دوره نگه‌داری ۷۰ روزه معنی‌دار گزارش شد. برخی از اسیدهای چرب آزاد فرار نظیر اسید کاپروئیک (C۶:۰)، اسیدکاپریک (C۱۰:۰) و اسیدلوریک (C۱۲:۰) در پنیرهای تهیه شده از شیر حاوی سلول‌های سوماتیک بالا به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) بیش‌تر بود. اسیدهای چرب بوتیریک و کاپریلیک در پنیرهای تهیه شده از شیرحاوی سلول‌های سوماتیک بالاتر در تمام دوره‌های رسیدن مشخص، با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. با افزایش سطوح سلول‌های سوماتیک در تهیه پنیرهای سفید آب نمکی مقدار اسیدبوتیریک به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) افزایش یافت. در پنیرهای سفید آب نمکی لیپولیز به فعالیت میکروفلورای طبیعی شیر و لیپازهای لیپوپروتئینی موجود در شیر نسبت داده می‌شود. تشکیل اسیدهای چرب آزاد زنجیره کوتاه بیش‌تر به‌عمل اختصاصی لیپازهای لیپوپروتئینی طبیعی و لیپازهای میکروفلورای طبیعی شیر خام روی اسیدهای چرب آزاد قرار گرفته در موقعیت ۱ و ۳ زنجیره تری‌گلیسیرید و اسیدهای چرب آزاد زنجیر کوتاهی که غالباً در موقعیت ۳ زنجیره تری‌گلیسیرید استریفیه شده‌اند نسبت داده می‌شود. تمام اسیدهای چرب زنجیره متوسط با افزایش سطح سلول‌های سوماتیک

و با افزایش زمان رسیدن مقدارشان افزایش یافت. خالق‌خواه و همکاران (۱۳۹۲) در مورد اثر سطوح مختلف سلول‌های سوماتیک بر اسیدهای زنجیر کوتاه و زنجیر متوسط بیان داشتند که مکانیسم دنوو مسیر اصلی سنتز اسیدهای چرب ۴ تا ۱۴ کربنه بوده که خود از مسیرهای پیچیده‌ای تشکیل شده است. از طرف دیگر پیش از انتقال پیش سازهای این اسیدهای چرب (استات، بتاهیدروکسی بوتیرات) به غدد شیری، کبد به‌عنوان مهم‌ترین ارگان موثر در تبادلات سنتز مواد نقش مهمی را ایفا می‌کنند.

Barlowska و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که اسیدهای چرب در شیر گاو با سطوح بالای سلول سوماتیک افزایش نشان داده است. یکی از دلایل وجود اسیدهای چرب بلند زنجیره تمایل آنزیم‌های میکروبی و غیرمیکروبی به شکستن جایگاه Sn-1و Sn-3 تری گلیسیریدها است. در تحقیقی Chen و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که میزان اسیدهای چرب بلندزنجیره در نمونه پنیرهای حاوی سلول‌های سوماتیک با گذشت زمان افزایش یافت. Alizadehو همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که مدت زمان رسانیدن، مهم‌ترین عامل افزایش اسیدهای چرب در پنیر سفید آب نمکی بود. با افزایش زمان رسانیدن و میزان آنزیم افزوده‌شده تا پایان دوره‌نگه‌داری ۳۵روزه میزان درصد اسیدکاپروئیک اغلب تیمارها به‌استثنای تیمار T۲ افزایش یافت و سپس تا پایان دوره نگه‌داری ۷۰روزه میزان درصداسیدکاپروئیک تمامی تیمارها به‌استثنای تیمار T۱و T۲ افزایش یافت. علت کاهش اسیدکاپروئیک، تبدیل این اسیدچرب کوتاه زنجیر به ترکیبات موثر در طعم و علت افزایش آن تاثیر انتخابی آنزیم لیپازهای طبیعی شیر و آنزیم لیپاز افزوده شده می‌باشد. در واقع با افزایش زمان رسانیدن و آنزیم لیپاز افزوده شده میزان درصد اسیدکاپروئیک افزایش نشان داد با این‌حال، درمورد پنیر فتای صنعتی رسیده مقادیر اسیدکاپروئیک کم‌تری گزارش شده است (Kandarakis و همکاران، ۲۰۰۱). در مورد اسیدکاپریلیک نیز رفتار زمان و غلظت آنزیم به‌همین شکل بود. در مورد پنیر فتای صنعتی، مقدار خیلی کمی برای این اسید گزارش شده است (۳۹٪- ۳۷٪) از کل اسیدهای چرب (Kondyli و همکاران، ۲۰۰۲). نشان داده شد که با افزودن آنزیم لیپاز و مدت‌زمان رسانیدن،میزان اسیدهای چرب فرار نسبت‌به اسیدهای چرب متوسط زنجیر و بلندزنجیر به‌نحو چشمگیری افزایش می‌یابد و دلیل آن اختصاصی بودن این آنزیم برای موقعیت Sn-3 تری‌گلیسیریدهای چربی بیش‌تر است (Yilmaz و همکاران، ۲۰۰۴). با افزایش زمان رسانیدن، میزان C۱۰:۰ تا پایان روز ۳۵ام از دوره رسیدن همه تیمارها افزایش نشان داد ولی تا پایان دوره نگه‌داری ۷۰روزه فقط تیمار T۴ به‌مقدار ناچیزی افزایش نشان داد و همگی تیمارها کاهش یافتند.در واقع با افزایش زمان رسانیدن C۱۰:۰ کاهش یافت و غلظت آنزیم تاثیری برآن نداشت. به‌طور مشابهی نشان داده شده است که لیپازهای پرگاستریک مقدار بسیار کمی C۱۰:۰ از چربی شیرگاو آزاد می‌کنند (Ha و Lindsay، ۱۹۹۳). اسیدهای چرب پالمیتیک، اولئیک، اولئیک و میریستیک بالاترین میزان اسیدهای چرب پنیر سفید آب نمکی حاوی سطوح مختلف سلول‌های سوماتیک را به‌خود اختصاص دادند در کل، به‌خاطر تخریب آهسته اسیدهای چرب با زنجیره طولانی و تجزیه سریع اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و فرار طی اولین روزهای رسانیدن، C۱۴:۰-C۱۸:۲ به‌نحو چشمگیری افزایش یافت. به‌خاطر آستانه حسی بالا، اسیدهای چرب زنجیربلند (C۱۲:۰ و بالاتر از آن)نقش خیلی کمی در طعم پنیر دارند (Molimard و همکاران، ۱۹۹۶). نتایج نشان داد که اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (اساساً C۴:۰ و C۶:۰) متغیرترین اسیدهای چرب طی اولین روزهای رسانیدن بوده و به‌میزان زیادی تحت تاثیر آنزیم افزوده شده قرار گرفتند. طی ۳۵ روز اول رسانیدن پنیر، مقدار زیادی از این اسیدها تجزیه شدند و عطر و بوی آن‌ها کاملاً مشهود بود. افزودن آنزیم باعث آزاد شدن سریع‌تر آن‌ها و مصرف سریع‌تر توسط باکتری‌های اسید لاکتیک می‌شود. در تحقیقی مشابه، نشان داده شد با افزودن آنزیم پرگاستریک لیپاز به پنیر سفید آب نمکی، میزان اسیدهای چرب آزاد فرار و میزان کلی اسیدهای چرب آزاد به‌نحو چشمگیری افزایش یافت (Akin و همکاران، ۲۰۰۳). دلیل کاهش اسیدلوریک خصوصاً در اواخر دوره نگه‌داری به تجزیه و تخریب آن خصوصاً در تیمارهای حاوی سلول‌های سوماتیک بالا و آنزیم بود در واقع مهم‌ترین تاثیر در این تغییر مدت زمان رسانیدن و غلظت آنزیم می‌باشد. در اوایل دوره رسیدن از روز پنجم تا سی و پنجم از دوره رسیدن کلیه تیمارها روند افزایشی از نظر مقدار اسیدمیریستیک را نشان دادند و از روز سی و پنجم تا پایان روز هفتادم مقدار اسیدمیریستیک تمامی تیمارها به استثنای تیمار T۴ کاهش نشان داد که افزایش اسیدمیریستیک در اوایل دوره رسیدن به فعالیت آنزیم خصوصاً آنزیم لیپاز افزوده شده نسبت داده می‌شود ولی تا پایان دوره رسیدن روند کاهشی اسید میریستیک به تخریب هرچه بیش‌تر این اسید به فعالیت آنزیم و تاثیر مدت زمان رسانیدن بر میزان این تخریب نسبت داده می‌شود. تخریب اسیدمیریستولئین دلیل کاهش مقدار آن می‌باشد که نتیجه فعالیت لیپاز و مدت زمان رسانیدن است. تاثیر انتخابی آنزیم لیپاز خصوصاً بر اسیدهای چرب بلندزنجیر در موقعیت Sn-3دلیل افزایش اسیدپالمیتیک و تخریب و تجزیه اسیدپالمیتیک تولید شده در نتیجه فعالیت آنزیمی خصوصاً نمونه‌های حاوی آنزیم لیپاز و سلول‌های سوماتیک بالا نسبت داده می‌شود. افزایش اسیدپالمیتولئین در نمونه‌های حاوی سلول‌های سوماتیک بالا به‌دلیل فعالیت آنزیمی بیش‌تر و کاهش آن در تیمارهای فاقدلیپاز به‌دلیل تخریب این اسیدمی‌باشد.علت‌افزایش اسیداستئاریک به‌دلیل فعالیت لیپولیتیکی شدید خصوصاً در اوایل دوره رسیدن

می‌باشد، خصوصاً غلظت نمک کم در لخته که اجازه فعالیت بیش‌تر را به آنزیم لیپاز می‌دهد ولی در اوایل دوره رسیدن شدت فعالیت لیپولیتیکی به‌دلیل تاثیر غلظت نمک کاسته شده افزایش یافته و از طرفی اسیدهای چرب آزاد شده به ترکیبات دیگر تجزیه می‌شوند که سبب کاهش غلظت اسیداستئاریک می‌گردد.اسیداولئیک C۱۸:۱ غالب اسیدهای چرب غیراشباع را به‌خود اختصاص می‌دهد که در تیمار T۲ تا پایان دوره رسیدن در کم‌ترین حد و تا پایان روز ۳۵ ام به‌استثنای تیمار T۳ تمامی تیمارها روند افزایشی از نظر اسیداولئیک از خود نشان داده‌اند و تا پایان دوره رسیدن فقط تیمار T۵ افزایش ناچیزی از نظر اسیداولئیک از خود نشان داد و در سایر تیمارها اسیداولئیک روند کاهشی را از خود نشان داد که علت افزایش اسیداولئیک افزایش زمان‌رسانیدن،تاثیرغلظت‌آنزیم و خصوصاً فعالیت لیپولیتیکی شدیدتر در نمونه‌های حاوی سلول‌های سوماتیک بالا می‌باشد و علت کاهش تخریب و تجزیه آن به سایر ترکیبات موثر در طعم می‌باشد. از نظر اسیدلینولئیک C۱۸:۲ به‌طور مشخص تا پایان دوره رسیدن تیمار T۲ روند کاهشی نشان داد ولی تیمار T۳ روند افزایشی نشان داد و در اوایل دوره رسیدن تا پایان روز ۳۵ام تیمار T۱ و T۴ روند کاهشی داشتند ولی سایر تیمارها روند افزایشی از خود نشان دادند و تا پایان روز ۷۰ام از دوره رسیدن تمامی تیمارها به‌استثنای T۱ و T۴ روند افزایشی نشان دادند که کاهش اسیدلینولئیک خصوصاً با دو پیوند دوگانه تاثیر غلظت آنزیم و تجزیه آن‌ها در طی دوره رسیدن می‌باشد و علت افزایش اسیدلینولئیک نیز زمان رسیدن، غلظت آنزیم و فعالیت لیپولیتیکی بیش‌تر در تیمارهای حاوی سلول‌های سوماتیک بالا می‌باشد.

مقداراسیدلینولنیک C۱۸:۳درتیمار T۲ درتمام‌روزهای مشخص از دوره رسیدن کاهش و تیمار T۳ تا روز سی و پنجم در بیش‌ترین مقدار و سپس تا پایان روز هفتادم از دوره رسیدن به حداقل ممکن کاهش یافت در طی روزهای نگه‌داری تا روز سی و پنجم به‌غیر از تیمارهای T۳ و T۵ مقدار اسیدلینولنیک سایر تیمارها روند افزایشی نشان داد و از روز سی و پنجم تا پایان روز هفتادم همه تیمارها روند کاهشی داشتند که علت افزایش اسیدلینولنیک تاثیر آنزیم لیپاز و مدت زمان رسانیدن و علت کاهش آن تجزیه و تبدیل و تخریب اسید لینولنیک درطی‌دوره‌رسیدن می‌باشد. مقدار اسیدآراشیدونیک C۲۰:۴ در تیمار T۲ در روز پنجم و هفتادم و در تیمار T۳ در روز سی و پنجم در کم‌ترین میزان گزارش شد مقدار اسیدلینولنیک در روز پنجم در تیمار T۳ و در روز سی و پنجم در تیمار T۴ و در روز هفتادم در تیمار T۶ در ماکزیمم مقدار گزارش شد تا روز سی و پنجم فقط مقدار اسید آراشیدونیک تیمارهای T۲ و T۴ روند افزایشی نشان داد و تا روز هفتادم به‌استثنای تیمار T۴ بقیه تیمارها از نظر مقدار اسیدلینولنیک روند کاهشی نشان دادند که تاثیر آنزیم لیپاز و زمان رسانیدن بر افزایش اسیدآراشیدونیک علت افزایش آن می‌باشد و علت کاهش آن نیز تاثیر آنزیم‌های چربی‌شکن و تبدیل به ترکیبات آروما در اواخر دوره رسیدن می‌باشد. از نظر مقدار اسیدهای چرب تک غیراشباعی تا روز سی و پنجم از دوره رسیدن تیمار T۲ کم‌ترین میزان را نشان داد و تا آخرین روز نگه‌داری به‌استثنای تیمار T۲ سایر تیمارها روند افزایشی نشان دادند که علت افزایش اسیدهای چرب تک غیراشباعی حضور سلول‌های سوماتیک، فعالیت لیپولیتیکی شدید خصوصاً اثر هم‌افزایی آن‌ها با آنزیم لیپاز افزوده شده در پروسه ساخت پنیر و علت کاهش آن خروج اسیدهای چرب از داخل لخته به آب پنیر و هم‌چنین فعالیت لیپولیتیکی در اواخر دوره رسیدن و تجزیه اسیدهای چرب آزاد شده می‌باشد. از نظر اسیدهای چرب چند غیراشباعی تا روز سی و پنجم از دوره رسیدن کلیه تیمارها روند افزایشی نشان دادند البته تیمار T۲ و T۴ کمی کاهش نشان دادند و تا پایان روز هفتادم از دوره رسیدن فقط تیمار T۳ و T۵ افزایش نشان دادند و تیمار T۱ تقریباً ثابت و T۲ کمی کاهش نشان داد و تیمارهای با سطح سلول‌های سوماتیک بالاتر ازجمله T۴ و T۶ روند کاهشی نشان دادند که علت این کاهش فعالیت بیش‌تر سلول‌های سوماتیک به‌طور هم‌افزا با آنزیم لیپاز و تجزیه اسیدهای چرب چندغیراشباعی می‌باشد و علت افزایش فعالیت لیپولیتیکی آنزیم‌های چربی‌شکن و تولید اسیدهای چرب چند غیراشباعی از تری‌گلیسیریدها می‌باشد. از نظر ارزیابی حسی دو عامل موثر طعم و بافت مورد بررسی قرار گرفت، در شیر حاصل از دام ورم پستانی به‌علت حضور غلظت‌های بالایی از یون‌های سدیم وکلر نسبت به شیر دام‌های سالم پس مزه شوری محسوس‌تر است بدین جهت تیمارهای حاوی نسبت بالایی از سلول‌های سوماتیک از نظر ارزیابی حسی طعم پایین‌ترین امتیاز را به‌خود اختصاص دادند و هنگامی‌که زمان رسانیدن افزایش یافت، عطر و طعم تندی نیز افزایش یافت که غلظت بالای C۴:۰، C۶:۰ و C۸:۰ مسئول ایجاد طعم تندی در پنیر است (Akin و همکاران، ۲۰۰۳).

Georgala و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که عامل ایجاد تندی در پنیر فتای سنتی اسیدبوتیریک است با تخریب اسیدهای چرب کوتاه زنجیر طی رسانیدن ترکیبات عطری و طعمی آزاد می‌شوند تقریباً در تمام دوره‌های مشخص رسیدن تیمار T۱ با کم‌ترین میزان سلول سوماتیک و بدون آنزیم لیپاز دارای بیش‌ترین امتیاز حسی طعم و تیمار T۶ با بیش‌ترین سطح سلول سوماتیک و آنزیم لیپاز دارای کم‌ترین امتیاز طعم بود و در طی دوره رسانیدن به‌دلیل افزایش طعم تندی امتیاز حسی طعم کلیه تیمارها کاهش یافت البته افزودن آنزیم لیپاز به‌دلیل هیدرولیز چربی پنیر در طی دوره رسانیدن و ایجاد طعم تند خصوصاً در مورد نمونه‌های با سلول سوماتیک بیش‌تر بر روی

طعم پنیر حاصله تاثیر منفی داشت. هم‌چنین در تیمارهای حاوی سلول سوماتیک بالاتر به‌دلیل فعالیت پروتئولیتیکی شدیدتر اندکی طعم تلخی نیز ایجاد شد. از نظر بافت نیز تیمارهای با سلول سوماتیک کم‌تر و فاقد آنزیم لیپاز در تمام دوره رسیدن هفتاد روزه بیش‌ترین امتیاز را به‌خود اختصاص دادند ولی تیمار T۶ با سلول‌های سوماتیک بالا و آنزیم لیپاز پایین‌ترین امتیاز بافت را داشت و به‌طورکلی با پیشرفت دوره رسیدن امتیاز بافت کلیه تیمارها کاهش نشان داد با این‌حال هم از نظر امتیاز طعم و هم از نظر امتیاز بافت تیمار T۱ به عنوان بهترین تیمار معرفی شد. با توجه به این‌که شیرهای ماستیتیس میزان کازئین و چربی کم‌تر و پروتئین‌های با منشا غدد پستانی از جمله بتالاکتوگلوبولین و آلفالاکتالبومین کم‌تری‌نسبت به‌شیردام‌های سالم‌داشتند بنابراین بافت پنیرهای حاصل از شیر ماستیتیس خصوصاً ناشی از شیرهای با درصد سلول‌های سوماتیک بیش‌تر به‌علت رطوبت بیش‌تر نرم‌تر و از کیفیت نامطلوب‌تری برخوردار بود.

به‌طورکلی، با توجه به آزمایش‌های انجام شده، نتایج زیر به‌عنوان نتایج اصلی این تحقیق قابل ارائه است:

- نتایج تاثیر مدت زمان رسانیدن و غلظت آنزیم لیپاز افزوده شده بر پروفیل اسیدهای چرب و نرخ تخریب آن‌ها نشان داد که مدت زمان رسانیدن‌نسبت به غلظت آنزیم تاثیر بیش‌تری بر نرخ تخریب و پروفیل اسیدهای چرب مخصوصاً اسیدهای چرب کوتاه زنجیر داشته است. بنابراین بیش‌ترین تاثیر آنزیم لیپاز بر اسیدهای چرب کوتاه زنجیر بوده است.

- به این دلیل که لیپاز تجاری فقط می‌تواند به گلبول‌های آسیب دیده حمله کند برای لیپولیز مطلوب در پنیر وجود استرازهای باکتریایی نیز ضروری است.

- افزایش مدت زمان رسانیدن و وجود آزیم لیپاز به‌دلیل تجزیه بیش‌تر تری‌گلیسیریدها و ایجاد طعم تندی بر ویژگی‌های حسی پنیر سفید آب نمکی تاثیر منفی داشت.

- عطر و طعم پنیر به‌دلیل پس مزه شوری حاصل از شیرهای ورم پستانی در تیمارهای حاوی سلول‌های سوماتیک بیش‌تر همراه با آنزیم بیش‌تر، کم‌ترین امتیاز حسی طعم را به‌خود اختصاص داد.

- بافت پنیر در تیمارهای حاصل سلول‌های سوماتیک بیش‌تر به‌دلیل کاهش میزان کازئین و چربی و پروتئین‌های محلول بتالاکتو گلوبولین و آلفالاکتالبومین نسبت‌به تیمارهای‌با سلول‌های سوماتیک کم‌تر دارای رطوبت بیش‌تر، بافت نرم‌تر و فاقد انسجام مطلوب بود و کم‌ترین امتیاز حسی بافت را به‌خود اختصاص داد.

- افزودن آنزیم لیپاز به‌عنوان یک عامل تسریع کننده رسانیدن سبب می‌شود که پنیرهای تولیدی در مدت زمان کوتاهی حدوداً تا یک ماه قابلیت مصرف با کیفیت مطلوب را داشته باشند ولی پس از آن از ویژگی‌های کیفی پنیر تولیدی کاسته می‌شود بنابراین با توجه به زمان طولانی‌رسانیدن پنیرهای سفیدآب‌نمکی و ظهور ویژگی‌های مطلوب در پنیر سفید آب نمکی افزودن آنزیم لیپاز می‌تواند باعث تسریع و بهبود فرایند رسیدن گردند.

- در میان تیمارهای مورد آزمایش با توجه به نتایج حاصل از پروفیل اسیدهای چرب آزاد و ارزیابی حسی تیمار T۱ با کم‌ترین میزان سلول سوماتیک و بدون آنزیم لیپاز تا پایان دوره رسیدن ۷۰ روزه به‌عنوان مطلوب‌ترین تیمار معرفی شد و نزدیک‌ترین تیمار به تیمار شاهد (T۱)، تیمار T۲ با سلول سوماتیک متوسط می‌باشد.

منابع

۱. **بی‌نام، ۱۳۷۸.** اصول کلی ارزیابی شیر و فراورده‌های آن با روش نمره دهی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره۴۶۹۱، موسسه استاندارد و تحقیقات ایران.

۲. **خالق‌خواه، ا.؛ عزت‌پناه، ح.؛ مشهدی‌اکبر بوجار، م.؛ گیویان‌راد، م.ه.؛ سیف‌هاشمی، س. و معتمد، ر.، ۱۳۹۲.** تاثیر سطوح مختلف سلول‌های سوماتیک بر اسیدهای چرب اشباع شیر خام. مجله دانش و پژوهش علوم و دامی. شماره ۱۲، صفحات ۶۳ تا ۷۹.

۳. **Akin, N.; Aydemir, S.; Kocak, C. and Yildiz, M.A., 2003.** Changes of free fatty acid contents and sensory properties of white pickled cheese during ripening. Journal of Food Chemistry. Vol. 80, pp: 77-83.

۴. **Alizadeh, M.; Hamedi, M. and Khosroshahi, A., 2006.** Modeling of proteolysis and lipolysis in Iranian white brine cheese. Journal of Food chemistry. Vol. 97, pp: 294-301.

۵. **Barlowska, J.; Grodzicki, T.; Topylu, B. and Wolanczuk, A., 2008.** Production season influence on the fatty acids profile of milk of the different cow s breeds. Materially konferencyjne LXXIIIZjazdu PTZ.

۶. **Chen, S.X.; Wang, J.Z.; Van kessel, J.S.; Ren, F.Z. and Zeng, S.S., 2010.** Effect of somatic cell count in goat milk on yield, sensory quality and fatty acid profile of semi soft cheese. Journal of Dairy Science. Vol. 93, pp: 1345-1354.

۷. **Georgala, A.K.; Kandarakis, I.G.; Kaminarides, S.E. and Anifantakis, E.M., 1999.** Volatile free fatty acid content of Feta and white brined cheeses. Aust. Journal of Dairy Technology. Vol. 54, pp: 5-8.

۸. **Jaeggi, J.J.; Govindasamy-Lucey, S.; Berger, Y.M.; Johnson, M.E.; Mckusick, B.C.; Thomas, D.L. and Wendorff, W.L., 2003.** Hard Ewe s milk cheese manufactured from milk of three different groups of somatic cell counts. Journal of Dairy Science. Vol. 86, pp: 3082-3089.

۹. **Ha, J.K. and Lindsay, R.C., 1993.** Release of volatile branched-chain and other fatty acids from ruminant milk fats by various lipases. Journal of Dairy Science. Vol. 76, pp: 677-690.

۱۰. **Kandarakis, I.; Moatsou, G.; Georgala, A.I.K.; Kaminarides, S. and Anifantakis, E., 2001.** Effect of draining temperature on the biochemical characteristics of Feta cheese. Journal of Food Chemistry. Vol. 72, pp: 369-378.

۱۱. **Kondyli, E.; Katsiari, M.C.; Massouras, T. and Voutsinas, L.P., 2002.** Free fatty acids and volatile compound of low- fat Feta- type cheese made with a commercial adjunct culture. Journal of Food Chemistry. Vol. 79, pp: 199-205.

۱۲. **Mazal, G.; Vianna, P.C.B.; Santos, M.V. and Gigante, M.L., 2007.** Effect of somatic cell count on Prato cheese composition. Journal of Dairy Science. Vol. 90, pp: 630-636.

۱۳. **Molimard, P. and Spinnler, H.E., 1996.** Review: Compounds involved in the flavor of surface mould-ripened cheeses: origins and properties. Journal of Dairy Science. Vol. 79, pp: 169-184.

۱۴. **Shahab Lavasani, A.R.; Ehsani, M.R.; Mirdamadi, S. and Mousavi, S.M., 2012.** Study of proteolysis and lipolysis of probiotic Lighvan cheese. International Journal of Agriscience. Vol. 2, No. 4, pp: 341-352.

۱۵. **Shahab Lavasani, A.R., 2018.** Biochemical Changes of Iranian Probiotic Lighvan Cheese. Czech Journal of Food Science. Vol. 36, pp: 1-7.

۱۶. **Yilmaz, G.; Ayar, A. and Akin, N., 2004.** The effect of microbial lipase on the lipolysis during the ripening of Tulum cheese. Journal of Food Engineering. Vol. 22, pp: 205-207.