

تولید پنیر سفید UF کم نمک

علیرضا شهاب لواسانی^{*۱}

مرکز تحقیقات فناوری های نوین تولید غذای سالم، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۴/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۲۸)

چکیده

تأثیر جایگزینی نسبی نمک کلرید سدیم با کلرید پتاسیم بر لیپولیز پنیر سفید طی دوره رسیدن از راه اندازه گیری تغییر در اسیدیته و اسیدهای چرب آزاد اندازه گیری شده همچنین تأثیر جایگزینی نسبی نمک کلرید سدیم با کلرید پتاسیم بر روی عوامل کیفی شامل خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنیر در طی دوره رسیدن آن به وسیله ارزیابی (مقدار رطوبت، درصد چربی، ازت محلول در آب، ازت کل بر حسب ماده خشک) و خواص حسی (طعم و بافت) و خواص بافتی (نیروی گسیختگی و شکست) مورد بررسی قرار گرفت. نمونه های مورد بررسی چهار تیمار شامل مخلوطهایی با نسبت متفاوت از نمک کلرید سدیم و کلرید پتاسیم که به روش نمک زنی خشک به منظور تولید پنیر رژیمی کم نمک با نسبتهای تیمار A: ۵/۵ درصد KCl + ۵/۵ درصد NaCl، تیمار B: ۲ درصد KCl + ۳ درصد NaCl، تیمار C: ۲/۲۵ درصد KCl + ۷/۷۵ درصد NaCl و تیمار D (تیمار شاهد)، ۳ درصد NaCl ساخته شدند نتایج اسیدیته نشان داد که تمامی تیمارها به استثنای روز اول، بعد از دوره های رسیدگی (۱۵، ۳۰، ۴۰ و ۵۰) اختلاف معنی داری ($p < 0/05$) دارند. با این حال، تیمارهای D (تیمار شاهد حاوی ۳ درصد NaCl) پائین ترین میزان اسیدیته و تیمارهای A (حاوی ۵۰ درصد NaCl و KCl) نزدیک ترین اسیدیته را به تیمار شاهد داشتند. علاوه بر این نتایج GC نشان داد در دوره های رسیدگی مشابه (۱۰، ۲۵، ۴۰، ۵۵ و ۷۰ روز) بین ترکیب اسیدهای چرب آزاد به غیر از $C_{18:0}$ اختلاف معنی داری ($p > 0/05$) وجود نداشت. همچنین اختلاف معنی داری بین اسیدهای چرب فرار در تیمارها دوره های رسیدگی مشابه وجود نداشت.

نتایج نشان داد، بین تیمار های مختلف از نظر خصوصیات ترکیبی (رطوبت، درصد چربی، ازت کل بر حسب ماده خشک و ازت محلول در آب) دوره رسیدگی (۱۵، ۳۰ و ۴۰) روز اختلاف معناداری ($p > 0/05$) وجود نداشت. از نظر بررسی خواص حسی (طعم و بافت) تمام تیمارها اختلاف معنادار ($p < 0/05$) داشتند. همچنین بررسی خواص بافتی (نیروی گسیختگی یا شکست) در روز سی ام دوره رسیدگی نشان داد که اختلاف معناداری ($p > 0/05$) بین تیمار های A و D وجود ندارد.

کلید واژگان: پنیر سفید UF، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، لیپولیز، خواص حسی، خواص بافت

*مسئول مکاتبات: shahabam20@yahoo.com

۱- مقدمه

باعث کاهش دفع کلسیم از طریق ادرار و در نتیجه کاهش احتمال ابتلا به پوکی استخوان می شود (۱۲، ۱۳، ۱۴). همچنین جایگزین کردن نسبی (۱:۱) NaCl با KCl در پنیر چدار باعث افزایش لیپولیز می شود (۱۵). جایگزین کردن کامل نمک NaCl با نمک KCl سرعت لیپولیز را در پنیر چدار افزایش می دهد اما جایگزین کردن نسبی اثری بر روی لیپولیز این پنیر نداشت (۱۶). با این حال، محققین اختلاف معنی دار در لیپولیز پنیرهای چدار ساخته شده با NaCl و KCl یا مخلوط های متفاوتی از این دو نمک در زمان نمونه گیری مشاهده نکردند (۱۷). همچنین مطالعات انجام شده در خصوص پنیر فتا و کفالوگرویرا^۳ نشان داد که جایگزینی نسبی نمک NaCl با نمک KCl بر روی لیپولیز پنیرهای ذکر شده اثر معنی داری ندارد (۱۸، ۹). وقتی که غلظت نمک در پنیر کم می شود، پروتئولیز، فعالیت آبی، اسیدیته و تلخی همگی افزایش می یابند درحالیکه سفتی و شوری کاهش می یابند (۱۹). همچنین تخمیرهای غیر عادی هم ممکن است رخ دهد (۶). تمام این عوامل کم کردن مقدار سدیم را به طور قابل توجه در پنیر بدون اثر گذاری بصورت نامطلوب بر روی کیفیت آن مشکل می سازد. با این حال جایگزین کردن مقداری NaCl با KCl به حل کردن بسیاری از مشکلات فوق کمک می کند (۱۹). نمک KCl گسترده ترین و موفقیت آمیزترین جایگزین جزئی مورد استفاده برای NaCl در پنیر بوده است (۱۳).

هدف از این مطالعه بررسی اثرات جایگزینی نمک NaCl با KCl بر ویژگیهای لیپولیز، رئولوژیک، فیزیکی، شیمیایی و حسی پنیرهای سفید UF به وسیله استفاده کردن مخلوط های NaCl و KCl (۱:۱ یا ۲:۱ یا ۳:۱) از طریق تعیین و مقایسه کردن با پنیر ساخته شده با نمک NaCl (شاهد) در طول دوره رسیدن می باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- تولید پنیر

پنیر سفید UF از شیر گاو با چربی ۳/۲٪ و مواد جامد غیر چرب در حدود ۸٪ بود با روش فراپالایش (UF) در کارخانه پنیر کالبر اراک تهیه شد، که در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به

نمک یکی از افزودنیهای غذایی با ارزش از آغاز تمدن بشریت بوده است که تاریخچه آن به عنوان یک افزودنی به ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح بر می گردد (۱). ترکیب پایه ای نمک در قرن نوزدهم میلادی کشف شد. نمک یک ترکیب شیمیایی شامل دو عنصر پایه ای، سدیم کاتیونی (Na^+) و کلرید آنیونی (Cl^-) می باشد که با یکدیگر به منظور تشکیل یک نمک هالید به نام کلرید سدیم (NaCl) واکنش می دهند (۲). یون سدیم برای همه پستانداران از جمله انسان جهت حفظ حجم خون و فشار اسمزی سلولی و انتقال پیامهای عصبی مورد نیاز می باشد (۳، ۴). با این حال، به دلیل ارتباط میزان دریافت سدیم با فشار خون، پوکی استخوان^۱ و تشکیل سنگ های کلیوی، نگرانی مصرف کنندگان در مورد سدیم در مورد غذاهای فراوری شده روز به روز در حال افزایش است (۵). نمک رشد باکتریهای نامطلوب را در پنیر به تعویق می اندازد؛ به غلبه فلور میکروبی مطلوب کمک می نماید؛ باعث کنترل سرعت تخمیر اسید لاکتیک می شود و به بهبود طعم، پیکره^۲ و بافت پنیر طی دوره رسیدگی می انجامد (۶، ۷، ۸). در صورتیکه غلظت نمک در پنیر کاهش یابد، خصوصیات فیزیکی شیمیایی، حسی، رئولوژیکی و میکروبی ممکن است تحت تاثیر قرار گیرد با این حال، جایگزین کردن مقداری از NaCl با KCl می تواند تا حدودی مشکلات احتمالی را بر طرف سازد (۹). بدین منظور تلاش های زیادی توسط مجامع علمی و صنایع فراوردهای لبنی برای رسیدن به یک پنیر کم نمک ذائقه پذیر با بکارگیری مخلوط های NaCl و KCl صورت گرفته است (۱۰). نمک های متفاوتی به عنوان جایگزین برای کلرید سدیم ارزیابی و بررسی شده اند. این نمک ها شامل کلرید پتاسیم، کلرید منیزیم، کلرید کلسیم، کلرید آمونیم و کلرید لیتیم می باشد که هر کدام دارای معایب خاص خود می باشند. علی رغم طعم و مزه تلخ نمک کلرید پتاسیم، این نمک بطور گسترده و موفقیت آمیز به صورت جایگزین نسبی نمک کلرید سدیم بکار برده شده است (۱۱).

مطالعات زیادی نشان داده اند که افزایش دریافت پتاسیم از طریق رژیم غذایی می تواند یک اثر محافظت کنندگی در افراد دارای فشار خون اعمال نماید. همچنین افزایش دریافت پتاسیم

1. Osteoporosis
2. Body

3. Kefalograviera

۲-۳- تجهیزات و لوازم

دستگاه گاز کروماتوگرافی مدل Star 3400 ساخت شرکت واریان (کالیفرنیا، آمریکا) مجهز به ستون مویینه سیلیکا ذوب شده به نام BP-21 (۱ میکرومتر×۵۳ میلی متر×۳۰ متر) پوشش داده شده با فاز اسید چرب آزاد OV-351 (پلی گلیکول-نیتروفتالیک متصل شده) می باشد. پیش ستون MEGA BOND ELUT NH₂ ساخت شرکت واریان (کالیفرنیا، آمریکا) می باشد. پارامترهای بکار گرفته شده در کروماتوگرافی گازی در جدول ۱ آمده است.

Table 1 Specification of Gas Chromatography for Isolation and Identification of Free Fatty Acids (FFA) of UF White cheese made from NaCl or NaCl and KCl.

Type of column	Capillary BP-21 (SGE, Australia)
Temperature of column	Initial temperature : 125°C Rate of increasing temperature : 6 °C/min Final temperature: 225 °C
Injector Temperature	235°C
Detector temperature	250°C
Carrier gas	Nitrogen (degree of Purity: 99.9%)
Flow rate of carrier gas	8.8 ml/min
Flow rate of entrance air to detector	300 ml/min
Flow rate of entrance hydrogen gas to detector	30 ml/min
Pressure of on- column	15 psig
Type of injector	On-column
Type of detector	FID

۲-۴- لیپولیز

میزان لیپولیز در تیمارها از راه اندازه گیری میزان اسیدیتیه بر حسب درصد اسید لاکتیک بعد از دوره های نگهداری ۱، ۱۵، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ روز ارزیابی شد و اختلاف میزان اسیدیتیه بین تیمارهای مختلف بعد از طی هر دوره رسیدگی مقایسه شدند. علاوه بر این، ترکیب اسیدهای چرب آزاد در تیمارها توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی در طول دوره های رسیدگی ۱۰،

مدت ۴۰ ثانیه فراوری حرارتی و پاستوریزه شد و سپس تا دمای ۳۶ درجه سانتیگراد سرد و با استفاده از یک واحد فرابالایش مدل APV ساخت کشور دانمارک تا ۳۶٪ مواد جامد کل تغلیظ شد. تغلیظ شده فوق در دمای ۷۸ درجه سانتیگراد به مدت ۴۰ ثانیه حرارت دید، تحت فشار ۷۰ بار به وسیله دستگاه هموژنیزاتور همگن شد و تا ۳۶ درجه سانتیگراد سرد شد. سپس با ۲٪ باکتریهای آغازگر محتوی ۳۰٪ باکتریهای گرمادوست / استرپتوکوکوس ترموفیلوس^۴ و لاکتوکوکوس بولگاریکوس زیرگونه بولگاریکوس^۵ و ۷۰٪ باکتریهای مزوفیل لاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه لاکتیس^۶ و لاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه کرموریس^۷ (شرکت هانسن دانمارک) مخلوط شد. تخمیر انجام گرفت تا حدی که pH تا ۲±۰/۰۲ کاهش یابد. سپس به آن ۲/۳ گرم پودر رنت میکروبی از نوع کایمکس، شرکت هانسن دانمارک بر مبنای ۱۵۰ لیتر شیر، افزوده و در نهایت، مخلوط هم زده و در بسته بندی ۴۵۰ گرمی توزیع شد تا تشکیل لخته کامل شود. سپس، چهار تیمار از پنیر سفید UF شامل مخلوط هایی با نسبت متفاوت از نمک کلرید سدیم (NaCl) و نمک کلرید پتاسیم (KCl) به روش نمک زنی خشک^۸، به منظور تولید پنیر رژیمی کم نمک ساخته شدند. این نسبت ها به شرح زیر بود:

A تیمار: ۱/۵۰ NaCl + ۱/۵۰ KCl

B تیمار: ۱/۰ NaCl + ۲/۰ KCl

C تیمار: ۰/۷۵ NaCl + ۲/۲۵ KCl

D تیمار (شاهد): ۳/۰۰ NaCl

۲-۲- مواد

اسیدهای چرب پنتانوئیک و هپتانوئیک از شرکت مرک آلمان و اسیدهای چرب نونانوئیک، تری دکانوئیک و هپتادکانوئیک از شرکت فلوکای سوئیس خریداری شد.

محلولهای دی اتیل اتر، هپتان نرمال، کلروفرم،

الکل ۲- پروپانول از شرکت مرک آلمان خریداری شد.

4. *Streptococcus thermophilus*
5. *Lactococcus bulgaricus* spp *bulgaricus*
6. *Lactococcus lactis* spp *lactis*
7. *Lactococcus lactis* spp *cremoris*
8. Dry salting

رسیدگی (۱۵۰، ۳۰) روز ارزیابی و بین تیمارهای مختلف رسیدگی خاص مقایسه شدند.

۲-۸- مقدار رطوبت

مقدار رطوبت نمونه ها برحسب درصد مطابق با استاندارد ملی ایران: به شماره ۱۷۵۳ تعیین شد (۲۲).

۲-۹- درصد چربی

چربی نمونه برحسب ماده خشک مطابق با استاندارد ملی ایران: به شماره ۷۶۰ تعیین شد (روش ژربر) (۲۳).

۲-۱۰- درصد ازت کل برحسب ماده خشک

درصد ازت کل برحسب ماده خشک پنیرها مطابق با استاندارد ملی ایران: شماره ۶۳۹ تعیین شد (۲۴).

۲-۱۱- ازت محلول در آب

ازت محلول در آب پنیر بر اساس روش کجگلدال (۲۵) تعیین شد. ۱۰ میلی لیتر آب پنیر را صاف کرده، سپس آن را در ابتدا با یک گرم سولفات مس و ۱۰ گرم سولفات پتاسیم و ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک هضم کرده و تقطیر نموده و طبق روش ازت کل برحسب ماده خشک مقدار ازت را بدست می آوریم.

۲-۱۲- ارزیابی حسی

پنیر به تکه هایی در اندازه حدوداً ۳×۳×۳ بریده شده و در بشقاب هایی که دارای کد هستند قرار داده شد. تکه های پنیر در دمای محیط حدوداً ۲±۲۰ درجه سانتیگراد نگه داشته شد و بصورت تصادفی به ارزیابها داده شد. ارزیابی حسی در طی روزهای ۳، ۱۸ و ۳۳ از دوره رسیدگی پنیر بوسیله شش نفر ارزیاب از نظر عطر و طعم و بافت ارزیابی شد. برای سنجش طعم معین شد ارزیابی برحسب نمره (۰-۴۰) انجام شود که نمره صفر به منزله بدترین و نمره ۴۰ به منزله بهترین تیمار بود. و برای خواص پیکره و بافت میزان امتیاز بین صفر تا ۲۰ در نظر گرفته می شود که نمره صفر بدترین تیمار و نمره ۲۰ بهترین تیمار می باشد. اعضای ارزیاب به منظور گزارش دادن عیوب طعمی (نظیر شوری، تلخی، طعم فلزی و تند) و از لحاظ بافتی عیوبی نظیر (سفتی، نرمی و شلی) آموزش داده

۲۵، ۴۰، ۵۵ و ۷۰ روز نیز بررسی شدند و سپس ترکیب اسیدهای چرب آزاد در تیمارهای مختلف بعد از دوره های رسیدگی مشابه مقایسه شدند.

۲-۵- میزان اسیدیته برحسب درصد اسید

لاکتیک (درجه اسیدی)

میزان اسیدیته نمونه ها برحسب درصد اسید لاکتیک مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ تعیین شد (۲۰).

۲-۶- گاز کروماتوگرافی

استخراج چربی پنیر، جداسازی اسیدهای چرب آزاد و تعیین میزان اسیدهای چرب آزاد با گاز کروماتوگرافی مطابق با روش توضیح داده شده توسط دی جونگ و بدینگز (۲۱) صورت گرفت. نمونه ها به صورت زیر تهیه شدند:

نمونه پنیر (۲/۵ گرم) با سولفات سدیم انیدرید (۴ گرم) کاملاً مخلوط شد و سپس ۰/۴ میلی لیتر اسید سولفوریک ۵ نرمال و ۱ میلی لیتر محلول استاندارد داخلی حاوی C_{9:0}، C_{7:0}، C_{5:0}، C_{13:0} و C_{17:0} (هر کدام به غلظت ۰/۵ میلی لیتر/میلی گرم) به آن اضافه شدند. این مخلوط ۳ مرتبه و هر مرتبه با ۵ میلی لیتر مخلوط دی اتیل اتر/هپتان نرمال (۱:۱، حجمی/حجمی) استخراج شد. سپس محلول استخراج به پیش ستون MEGA BOND ELUT NH₂ ساخت شرکت واریان (کالیفرنیا، آمریکا) که توسط ۱۰ میلی لیتر حلال هپتان نرمال فعال گردیده بود وارد گردید. برای خارج کردن لیپیدهای خنثی از ۱۰ میلی لیتر محلول کلروفرم/۲- پروپونال (۲:۱، حجمی/حجمی) استفاده گردید. سپس اسیدهای چرب آزاد توسط ۱۰ میلی لیتر دی اتیل اتر حاوی ۲٪ اسید فرمیک استخراج و در شیشه درب دار جمع آوری گردید و به آن ۰/۵ میلی گرم C_{9:0} جهت کنترل بازیافت استانداردهای داخلی افزوده شد. نمونه ای از این محلول (۰/۱ میکرولیتر) به دستگاه گاز کروماتوگرافی جهت ترکیب اسیدهای چرب آزاد تزریق شد.

۲-۷- خصوصیات ترکیبی

مطابق با جدول ۴، خصوصیات ترکیبی در تیمارها توسط اندازه گیری (مقدار رطوبت، درصد چربی، ازت کل برحسب ماده خشک، ازت محلول در آب) در طول دوره های

شدند (۲۶).

مطالعات بر روی پنیر فتا و پنیر کفالوگراویرا مطابقت داشت (۱۸،۹). به دلیل اینکه در روز اول از دوره نگهداری، تیمارهای مختلف به اندازه کافی تحت تأثیر دو عامل زمان نگهداری و غلظتهای متفاوت نمک قرار نگرفته بودند در نتیجه بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری ($p > 0/05$) مشاهده نشد. در صورتیکه در روزهای (۱۵، ۳۰، ۴۰، ۵۰) از دوره رسیدگی پنیر بین تیمارهای مختلف اختلاف معناداری ($p < 0/05$) مشاهده شد. اما در روزهای رسیدگی (۱۵، ۳۰، ۴۰ و ۵۰) اثر زمان و غلظت‌های متفاوت نمک NaCl به KCl کاملاً مشهود می باشد. در تیمارهای حاوی غلظت بیشتر KCl بعلاوه اثر بازدارندگی کمتر یون K^+ نسبت به یون Na^+ ، فعالیت باکتریایی استارتر و همچنین میکروارگانیسم ها بیشتر می باشد و در نتیجه اسید بیشتری تولید می‌گردد. با این حال نتیجه این مطالعه به نتیجه مطالعات انجام شده توسط Aly در سال ۱۹۹۵ بر روی پنیر فتا به دلیل تفاوت در نسبت های نمک مورد استفاده و ترکیب شیمیایی متفاوت پنیر فتا مغایرت داشت (۲۶). او نشان داد پنیرهای فتای حاوی نمک KCl به طور معنی داری ($p > 0/05$) اسیدیته کمتری نسبت به تیمارهای فقط نمک‌زنی شده با NaCl داشتند. همچنین نتیجه این تحقیق با نتیجه Mc carthy و همکاران در سال ۲۰۱۵ مطابقت داشت آنها نشان دادند کم کردن مقدار نمک میزان اسید لاکتیک پنیر چدار را افزایش می دهد (۳۵). در این مطالعه بیشترین میزان تولید اسید مربوط به تیمار C بود که دلیل آن میزان یون پتاسیم بیشتر این تیمار نسبت به سایر تیمارها بود. در بین سه تیمار A، B و C، تیمار A حاوی اسیدیته کمتری به دلیل میزان یون سدیم بیشتر این تیمار نسبت به دو تیمار B و C می باشد. در این مطالعه تیمار D (تیمار شاهد) در مقایسه با سه تیمار A، B و C در دوره های رسیدگی مشابه کمترین میزان اسیدیته را داشت. با این حال، از نظر میزان اسیدیته نزدیکترین تیمار به تیمار شاهد تیمار A بود.

۲-۱۳- اندازه گیری نیروی گسیختگی یا

شکست^۹

نیروی گسیختگی یا شکست پنیرهای سفید UF تیمار شده با کلرید سدیم و کلرید پتاسیم پس از یک ماه با استفاده از دستگاه آنالیز بافت^{۱۰} (مدل Hounsfield HSKS، ساخت کشور انگلستان) با قطر (Plunger) ۴/۵ سانتی متر اندازه گیری شد.

ترتیب مراحل بدین صورت بود:

- ۱- تهیه برش از نمونه با ابعاد سطح مقطع $3 \times 3 \times 1/6$
- ۲- قرار دادن نمونه در زیر دستگاه و تنظیم سطح نمونه و سطح فشارنده دستگاه
- ۳- تنظیم میزان نیرو، عمق فشار، سرعت اعمال فشار بدین صورت آزمون فشاری با اعمال نیرو ۵۰ نیوتن، میزان عمق فشار ۷ میلی متر و سرعت اعمال فشار ۵۰ میلی متر در دقیقه تعیین گردید و منحنی نیرو - مسافت به وسیله دستگاه رسم گردید.

۲-۱۴- تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها توسط تجزیه و تحلیل واریانس یکطرفه (ANOVA) بکارگیری نرم افزار آماری SPSS 12 با سطح اطمینان ۹۵٪ آنالیز شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- میزان اسیدیته

میزان اسیدیته برحسب درصد اسید لاکتیک (درجه اسیدی) تیمارهای مختلف پنیر سفید UF در جدول ۲ نشان داده شده است. از داده های جدول ۲ می توان دریافت که تمامی تیمارها در طی دوره های نگهداری یک روند افزایشی از نظر میزان اسیدیته را نشان می دهند که این نتیجه با نتایج بدست آمده از

9. Fracture
10. Texture Analyser

Table 2 Rate of Acid Degree Value of UF^{†‡} White cheese made from NaCl or NaCl and KCl.

Days of ripening period	Treatments of UF [*] cheese			
	A	B	C	D
1	1.36 ^a	1.38 ^a	1.39 ^a	1.36 ^a
15	1.42 ^a	1.44 ^b	1.47 ^c	1.39 ^d
30	1.45 ^a	1.48 ^b	1.51 ^c	1.43 ^d
40	1.51 ^a	1.61 ^b	1.66 ^c	1.47 ^d
50	1.55 ^a	1.65 ^b	1.70 ^c	1.50 ^d

[†]Means of each parameter in the same row with a superscript differ significantly $P < 0.05$

[‡]Means resulted from duplication

^{*}Treatment A: 1.50% NaCl + 1.50% KCl; Treatment B: 1.00% NaCl + 2.00% KCl

Treatment C: 0.75% NaCl + 2.25% KCl; Treatment D (As a Control sample): 3.00% NaCl

معنی داری با تیمار شاهد ندارد. همانطوریکه از جدول ۳ نشان داده شده است، میزان اسید استیک که نقش عمده ای در طعم و آرومای پنیر فتا دارد در تمام تیمارهای پنیر سفید UF بعد از تمام دوره های رسیدگی حدود ۱ درصد می باشد. در حالیکه مطالعه بر روی پنیر فتای فقط حاوی NaCl به سرعت رسانده شده با استراتژی شوک حرارتی دیده یا با پروتئیناز میکروبی نشان داد که در بین اسیدهای چرب آزاد بعد از ۴۰ و ۱۲۰ روز از دوره رسیدگی اسید استیک اسید چرب آزاد غالب می باشد (۲۷).

۲-۳- کروماتوگرافی گازی

ترکیب اسیدهای چرب اندازه گیری شده در تیمارهای مختلف پنیر بعد از دوره های رسیدگی ۱۰، ۲۵، ۴۰، ۵۵ و ۷۰ روز در جدول ۳ آمده است. همچنین نمونه ای از کروماتوگرام اسیدهای چرب آزاد مربوط به روز ۷۰ از دوره رسیدگی در شکل ۱ آمده است. داده های جدول ۳ نشان می دهد در طی روزهای ۱۰، ۲۵، ۴۰، ۵۵ و ۷۰ از دوره رسیدگی بین تیمارهای مختلف پنیر سفید UF از لحاظ مقدار اسید استیک C_{2:0}، اسید بوتیریک C_{4:0}، اسید کاپروئیک C_{6:0}، اسید کاپریلیک C_{8:0}، اسید کاپریک C_{10:0}، اسید لوریک C_{12:0}، اسید میریستیک C_{14:0}، اسید پالمیتیک C_{16:0}، اسید اولئیک C_{18:1} و اسید لینولئیک C_{18:2} اختلاف معنی داری ($p > 0.05$) مشاهده نمی شود. اما تیمار C به دلیل میزان سدیم کمتر نسبت به سایر تیمارهای دیگر و در نتیجه فعالیت میکروبی بیشتر در این تیمار نسبت به سایر تیمارهای دیگر از نظر مقدار اسید استتاریک C_{18:0} بعد از روزهای ۱۰، ۲۵ و ۴۰ از دوره رسیدگی، دارای اختلاف معنی داری ($p < 0.05$) با تیمارهای A، B و D می باشد که علت آن فعالیت میکروبی و آنزیمی در تیمار C می باشد. زیرا این تیمار حاوی مقدار یون سدیم کمتری نسبت به سایر تیمارها می باشد و چون اثر بازدارندگی یون سدیم در این تیمار نسبت به سایر تیمارها کمتر است در نتیجه فعالیت میکروبی و آنزیمی در تیمار C بیشتر است و مقدار اسید استتاریک افزایش می یابد. همچنین تیمار B نیز بعد از ۵۵ و ۷۰ روز از دوره رسیدگی با تیمارهای دیگر از نظر میزان اسید استتاریک اختلاف معنی داری ($p < 0.05$) نشان می دهد. با این حال بعد از دوره های رسیدگی فوق میزان اسید استتاریک در تیمار A نسبت به تیمار B و C کمتر و میزان آن اختلاف

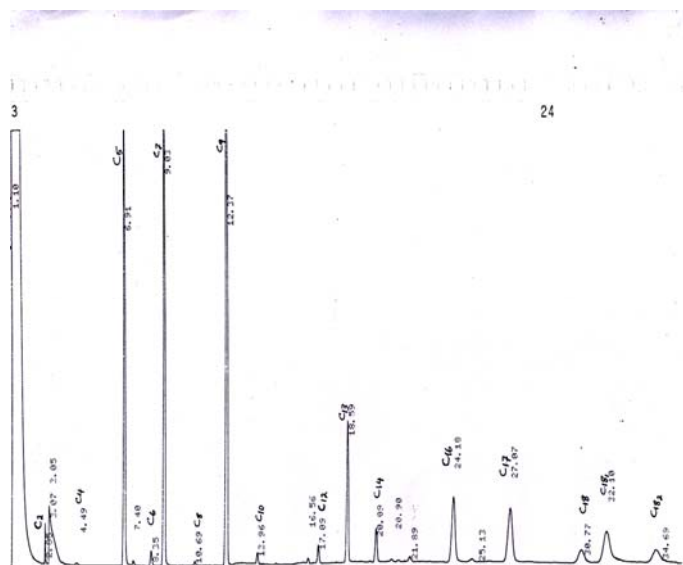


Fig. 1. Gas chromatogram of FFA extracted from a UF White cheese (70-d old) spiked with internal FFA standards C₅, C₇, C₉, C₁₃, and C₁₇

تیمارهای پنیر سفید UF بعد از دوره های رسیدگی در نظر گرفته شده در بین اسیدهای چرب اشباع، اسید پالمیتیک همچنین در بین اسیدهای چرب غیر اشباع، اسید اولئیک بالاترین میزان را داشت که این نتیجه با نتایج مطالعات محققین بر روی لیپولیز پنیر فتا بدون در نظر گرفتن میزان اسید استیک مطابقت داشت (۱۹،۲۷).

هنچنین مطالعه بر روی پنیرهای فتای ساخته شده با نسبت های متفاوتی از نمک کلرید سدیم و کلرید پتاسیم نشان داد که اسید استیک در تمام تیمارها، بعد از دوره های رسیدگی ۴۰ و ۱۲۰ روزه، ۴۰ تا ۴۴ درصد از کل ترکیب اسیدهای چرب آزاد موجود در تیمارها را تشکیل می دهد (۱۹). در این مطالعه میزان اسیدهای چرب بوتیریک، کاپروئیک، کاپریلیک و کاپریک در تمام پنیرها پایین بودند که میزان پایین فعالیت لیپولیتیک آنهم ناشی از میکروارگانسیم های استارتر را نشان می دهد. در تمام

Table 3 Free Fatty Acids (%) Composition of UF[†] White cheese made from NaCl or NaCl and KCl during ripening period

FFA	Review period (day)																			
	10				25				40				55				70			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
C20	0.76	0.81	0.42	0.63	0.78	0.86	0.82	0.65	0.83	0.95	0.47	0.68	0.84	1.05	0.54	0.71	0.87	1.13	0.60	0.75
C40	0.12	0.0001	0.0001	0.0001	0.12	0.0001	0.06	0.0001	0.13	0.0001	0.0001	0.0001	0.13	0.0001	0.0001	0.0001	0.14	0.0001	0.0001	0.0001
C60	0.76	0.69	0.69	0.49	0.78	0.74	0.76	0.51	0.83	0.81	0.77	0.53	0.84	0.89	0.85	0.55	0.87	0.97	0.92	0.58
C80	0.06	0.0001	0.0001	0.0001	0.06	0.0001	0.03	0.0001	0.06	0.0001	0.0001	0.0001	0.07	0.0001	0.0001	0.0001	0.07	0.0001	0.0001	0.0001
C100	0.40	0.27	0.28	0.21	0.41	0.29	0.35	0.22	0.43	0.32	0.31	0.23	0.44	0.35	0.35	0.24	0.46	0.38	0.38	0.26
TVFFA ^c	2.10	1.76	1.40	1.33	2.16	1.89	2.02	1.38	2.28	2.08	1.55	1.44	2.33	2.29	1.74	1.50	2.40	2.48	1.90	1.59
C120	0.51	0.57	4.34	0.49	0.52	0.61	0.56	0.51	0.54	0.67	4.74	0.53	0.55	0.74	5.01	0.55	0.57	0.81	5.28	0.58
C140	1.70	1.37	5.04	1.04	1.75	1.47	1.61	1.08	1.85	1.62	5.50	1.12	1.89	1.79	5.86	1.17	1.95	1.94	6.20	1.23
C160	6.36	5.27	8.16	4.89	6.55	5.65	6.10	5.06	6.92	6.21	9.09	5.25	7.05	6.85	10.37	5.47	7.28	7.48	11.43	5.75
C180	2.10 ^a	3.47 ^a	7.21 ^b	2.03 ^a	2.16 ^a	3.70 ^b	7.76 ^b	2.10 ^a	2.28 ^a	4.11 ^a	7.96 ^b	2.17 ^a	2.33 ^a	4.49 ^b	8.81 ^c	2.26 ^a	2.40 ^b	4.84 ^b	9.54 ^c	2.37 ^a
C18:1	6.36	11.91	13.55	6.37	6.57	12.68	9.63	6.57	6.95	14.11	15.13	6.80	7.08	15.40	17.37	7.07	7.31	16.53	19.24	7.42
C18:2	3.29	7.84	10.17	3.85	3.39	8.35	5.87	3.97	3.60	9.28	11.35	4.10	3.66	10.14	13.04	4.26	3.79	10.90	14.44	4.47

[†]Means of each parameter in the same row without a superscript had no significance differences ($P>0.05$)

^{*}Means resulted from triplication

از نظر میزان اسیدهای چرب آزاد فرار در طی دوره های رسیدگی ۴۰ و ۱۲۰ روزه وجود نداشت.

۳-۴- رطوبت

میزان رطوبت بر حسب درصد در تیمارهای مختلف پنیر سفید UF در روزهای (۱۵، ۳۰) از دوره رسیدگی در جدول ۴ نشان داده شده است. از داده های جدول ۴ می توان دریافت که تمامی تیمارها در طی دوره های رسیدگی یک کاهش

۳-۳- اسیدهای چرب آزاد فرار^{۱۱}

همانطور که از جدول ۳ مشخص است، اندازه گیری اسیدهای چرب آزاد فرار اختلاف معنادار ($p>0.05$) در بین تیمارهای مختلف نشان نداد. این مطالعه با تحقیق کاتزیری و همکاران (۲۰۰۰) بر روی لیپولیز پنیر فتا مطابقت داشت (۱۹). او نشان داد اختلاف معناداری ($p>0.05$) بین پنیر شاهد و آزمایشی فتا

11. Volatile Free Fatty Acid

در طی نگه داری در ۱۰ درجه سانتیگراد افزایش یافت (۳۲). در این مطالعه بیشترین میزان ازت محلول در آب مربوط به تیمار C می‌باشد که بدلیل میزان یون پتاسیم بیشتر این تیمارها می‌باشد. در بین سه تیمار B، A و C تیمار A ازت محلول در آب کمتری به دلیل میزان بیشتر یون سدیم نسبت به دو تیمار B و C داشت. همچنین در این مطالعه تیمار D (شاهد) در مقایسه با سه تیمار B، A و C کمترین ازت محلول در آب را داشت. اما از نظر میزان ازت محلول در آب نزدیکترین تیمار به تیمار D (شاهد) تیمار A بود.

۳-۷- درصد ازت کل بر حسب ماده خشک

درصد ازت کل بر حسب ماده خشک تیمارهای مختلف پنیر سفید UF در جدول ۴ نشان داده شده است بررسی درصد ازت کل بر حسب ماده خشک نشان داد که بین تیمارهای مختلف بعد از دوره‌های رسیدگی یکسان (۱، ۱۵ و ۳۰) اختلاف معناداری ($p > 0.05$) وجود نداشت. این نتیجه با برخی از نتایج بدست آمده از مطالعه بر روی پنیر فتا مطابقت داشت (۲۶).

۳-۸- ارزیابی طعم (Flavor)

ارزیابی خصوصیت طعم در شکل ۲ نشان داده شده است و مطابق با شکل ۲ ارزیابی عطر و طعم بر مبنای امتیاز (۰ - ۴۰) بین تیمار A، ۵ درصد KCl + ۵ درصد NaCl؛ تیمار B، ۲ درصد KCl + ۱ درصد NaCl؛ تیمار C، ۲۵ درصد KCl + ۷۰ درصد NaCl و تیمار D (تیمار شاهد)، ۳ درصد NaCl در طی روزهای ۳۳، ۱۸، ۳ از دوره رسیدگی نشان داد بین تیمارهای فوق از نظر طعم اختلاف معنادار ($p < 0.05$) وجود داشت. بالاترین امتیاز طعم مربوط به تیمار D (شاهد) و پایین‌ترین امتیاز طعمی مربوط به تیمار C بود، تیمار A هم از لحاظ امتیاز عطر و طعم به تیمار شاهد نزدیکتر بود ولی با تیمار شاهد اختلاف معنادار داشت. با توجه به اینکه مزه نمک‌ها به ماهیت کاتیون و آنیون آنها بستگی دارد و با افزایش وزن مولکولی کاتیون و آنیون، نمک‌ها رو به تلخی می‌گذارند.

جزئی از نظر میزان رطوبت داشتند ولی میان تیمارهای مختلف اختلاف معناداری ($p > 0.05$) مشاهده نشد که این نتیجه با نتایج محققین بر روی پنیر فتا (۲۶ و ۲۸) و پنیر چدار (۱۶) مطابقت داشت.

۳-۵- درصد چربی

مقدار چربی بر حسب درصد در تیمارهای مختلف پنیر سفید UF در طی روزهای (۱۵، ۳۰ و ۴۰) از دوره رسیدگی در جدول ۴ نشان داده شده است. از داده‌های جدول ۴ می‌توان دریافت که بین تیمارهای مختلف از نظر درصد چربی اختلاف معناداری ($p > 0.05$) مشاهده نشد که این نتیجه با برخی از نتایج محققین بر روی پنیر فتا (۲۶ و ۲۸) و پنیر چدار (۱۶) مطابقت داشت.

۳-۶- درصد ازت محلول در آب (%WSN¹²)

ازت محلول در آب بر حسب درصد در تیمارهای مختلف پنیر سفید UF در طی روزهای (۱، ۱۵ و ۳۰) از دوره رسیدگی در جدول ۴ نشان داده شده است. از داده‌های جدول ۴ می‌توان دریافت که تمامی تیمارها در طی دوره رسیدگی یک روند افزایشی از نظر میزان ازت محلول در آب نشان می‌دهند ولی بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری ($p > 0.05$) مشاهده نشد، که این نتیجه با برخی از نتایج محققین بر روی پنیر فتا (۲۶) و پنیر چدار (۲۹) مطابقت داشت. افزایش ازت محلول در آب در سرتاسر دوره نگه‌داری به فعالیتهای میکروبی و آنزیمی نسبت داده می‌شود. همچنین در تیمارهای حاوی غلظت بیشتر KCl از جهت اینکه یون K^+ اثر بازدارندگی کمتری نسبت به یون Na^+ دارد (۳۰)، فعالیت باکتریهای آغازگر و سایر میکروارگانیسم‌ها بیشتر می‌شود و در نتیجه فعالیت پروتئولیتیکی بیشتر توسط آنها، ازت محلول در آب بیشتری تولید می‌گردد، در روز اول دوره رسیدگی تمامی تیمارها مقادیر بالایی ازت محلول در آب داشتند که عمدتاً ناشی از نگهداری پروتئین‌های آب پنیر در لخته می‌باشد (۳۱). همچنین وقتی که مقدار نمک پنیر کاهش می‌یابد نرخ شکسته شدن پروتئینی در پنیر دو میاطی¹³

12. WSN: Water Soluble Nitrogen

13. Domiati cheese

Table 4 Physicochemical characteristic and Proteolysis Index of UF^{†‡} White cheese made from NaCl or NaCl and KCl

Days of ripening period	treatments	Moisture (%)	Fat (%)	Total nitrogen (%) Dry matter	Water Soluble Nitrogen (%)
1	A	64.15 ^a	15.25 ^a	5.54 ^a	0.28 ^a
	B	64 ^a	15.25 ^a	5.58 ^a	0.28 ^a
	C	64.03 ^a	15.25 ^a	5.57 ^a	0.28 ^a
	D	64.02 ^a	15 ^a	5.55 ^a	0.28 ^a
15	A	63.83 ^a	15.25 ^a	5.57 ^a	0.29 ^a
	B	63.80 ^a	15.50 ^a	5.56 ^a	0.29 ^a
	C	63.77 ^a	15.25 ^a	5.64 ^a	0.29 ^a
	D	63.72 ^a	15.17 ^a	5.54 ^a	0.29 ^a
30	A	63.20 ^a	15 ^a	5.62 ^a	0.29 ^a
	B	63.15 ^a	15.25 ^a	5.66 ^a	0.29 ^a
	C	63.45 ^a	15.25 ^a	5.63 ^a	0.29 ^a
	D	63.31 ^a	15.57 ^a	5.61 ^a	0.29 ^a

برخی از نتایج محققین بر روی پنیر فتا (۲۸). مطابقت نداشت. آنها نشان دادند بین تیمارهای با نسبت یک به یک و سه به یک کلرید سدیم به کلرید پتاسیم پنیر فتا از لحاظ ظاهر، بافت و طعم اختلاف معناداری ($p > 0.05$) با تیمار شاهد وجود نداشت با این حال تیمار شاهد امتیاز طعم بالاتری نسبت به تیمارهای حاوی مخلوط نمک‌های NaCl و KCl می‌باشد. همچنین این نتیجه با نتیجه مطالعه بر روی پنیر فتا مطابقت داشت (۲۶). این مطالعه نشان داد پنیرهای حاوی KCl ۱ درصد + NaCl ۱ درصد دارای امتیاز طعم و بافت نزدیک به تیمار شاهد می‌باشند و پنیرهای حاوی KCl ۱/۵ درصد + NaCl ۰/۵ درصد دارای امتیاز طعم و بافت پایین‌تری از دیگر پنیرها هستند. بعلاوه این نتیجه با نتیجه مطالعه بر روی پنیر دو میاطی مطابقت داشت (۳۳). مطالعه بر روی پنیر دو میاطی نشان داد پنیرهای حاوی نسبت یک به یک از نمک NaCl به KCl امتیاز طعم و بافت پایین‌تری نسبت به تیمار شاهد دارند.

بنابراین علت اصلی اختلاف امتیازهای طعم در تیمارهای فوق غلظت متفاوت نمک کلرید پتاسیم در ترکیب با نمک کلرید سدیم می‌باشد زیرا این نمک بعلت دارا بودن یون پتاسیم از تلخی ذاتی بهره می‌برد و هر قدر میزان آن زیادتر باشد این تلخی نیز مشهودتر خواهد بود. در تیمار C چون دارای بالاترین میزان نمک کلرید پتاسیم نسبت به سه تیمار دیگر بود طعم تلخی آن بیشتر بود و تیمار D هم به عنوان تیمار شاهد فاقد نمک کلرید پتاسیم بود بنابراین در این تیمار طعم تلخی احساس نشد و بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داد. در روز هیجدهم و سی و سوم از دوره رسیدگی بین تیمارهای فوق اختلاف معنادار ($p < 0.05$) وجود داشت بالاترین امتیاز طعم مربوط به تیمار شاهد و پایین‌ترین امتیاز طعم مربوط به تیمار C بود طعم پنیرها در طی این روزها به علت رسیده‌تر بودن نسبت به روز سوم محسوس‌تر بود و از نظر ارزیاب‌های حسی تمایز بین تیمارها ساده‌تر بود. از نظر ارزیاب‌های حسی تیمار A از لحاظ امتیاز طعم به تیمار D خیلی نزدیکتر بود. پس مزه فلزی ناچیز شاخص پنیرهای حاوی نمک کلرید پتاسیم می‌باشد و پنیرهایی که حاوی نمک کلرید پتاسیم کمتری هستند بعلت دارا بودن مقادیر بیشتر نمک طعام (NaCl) از قابلیت پذیرش بالاتری برخوردار هستند. از بین تیمارهای مختلف تیمار A که از لحاظ امتیاز طعم به تیمار شاهد نزدیکتر است و دارای کیفیت طعم بهتری نسبت به تیمارهای B و C می‌باشد بهترین تیمار است که این نتیجه با

شکندگی در آنها با تیمار B و C دارای اختلاف معنادار ($p < 0.05$) می باشد ولی تیمار D (شاهد) با تیمار A از نظر میزان بیشینه نیرو وارد شده به نمونه ها تا ایجاد شکندگی در آنها اختلاف معنادار ($p > 0.05$) نداشت.

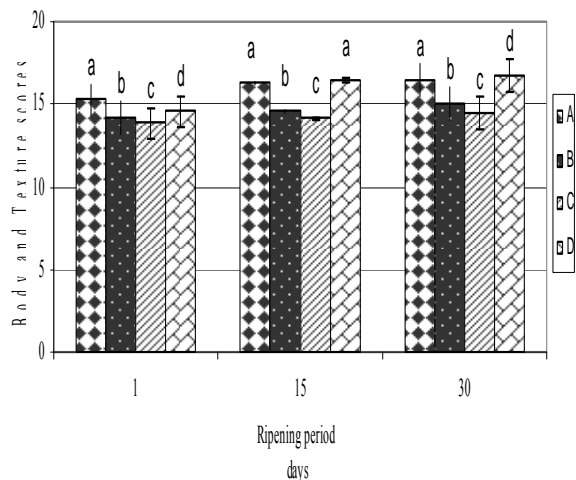


Fig. 3. Changes in Texture score of UF White cheese made from NaCl or NaCl and KCl during ripening period

این نتیجه با نتیجه مطالعه بر روی پنیر فتا مطابقت نداشت (۲۸). در مطالعه بر روی پنیر فتا نشان داده شد بین تیمارهای با نسبت یک به یک و سه به یک کلرید سدیم به کلرید پتاسیم پنیر فتا از لحاظ میزان بیشینه نیرو تا ایجاد شکندگی در نمونه های پنیر اختلاف معناداری ($p > 0.05$) وجود نداشت ولی این نتیجه با نتیجه مطالعه بر روی پنیر چدار مطابقت داشت (۱۶). در مطالعه بر روی پنیر چدار نشان داده شد بین پنیر چدار حاوی نسبت یک به یک از مخلوط نمک NaCl و KCl از نظر شاخص های فیزیکی (سفتی، نرمی و سختی) با تیمار شاهد (حاوی NaCl به تنهایی) اختلاف معناداری ($p > 0.05$) وجود نداشت. در طی رسیدن بسیاری از انواع پنیر شبکه پروتئینی از یک ساختار گرانولی به یک توده نرم و همگن تغییر می یابد که احتمالاً ناشی از پروتئولیز α_s^{-1} کازئین عمدتاً توسط کوآگلانت های باقیمانده می باشد (۳۴).

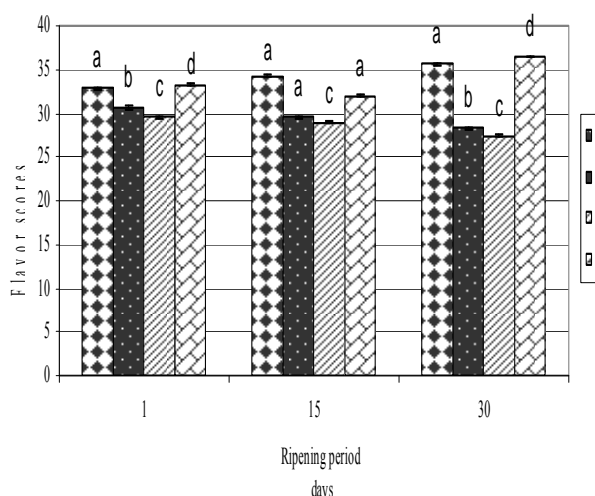


Fig. 2. Changes in Flavor score of UF White cheese made from NaCl or NaCl and KCl during ripening period

۹-۳- ارزیابی بافت و پیکره^{۱۴}

ارزیابی خصوصیات بافت و پیکره در شکل ۳ نشان داده شده است و مطابق با شکل ۳ ارزیابی بافت و پیکره در طی روزهای ۱، ۱۵ و ۳۰ از دوره رسیدگی نشان داد بین تیمارهای مختلف اختلاف معنادار ($p < 0.05$) وجود دارد، بالاترین امتیاز ارزیابی بافت و پیکره مربوط به تیمار شاهد و کمترین امتیاز مربوط به تیمار C با بیشترین میزان نمک کلرید پتاسیم، می باشد. از بین تیمارهای A، B، C و تیمار A بالاترین امتیاز را داشت و به تیمار شاهد نزدیکتر بود. تیمارهای حاوی نمک کلرید پتاسیم شکننده تر، نرم تر و دارای سختی کمتری هستند (۲۸). این نتیجه با نتیجه مطالعه بر روی پنیر چدار مطابقت نداشت (۱۶). در مطالعه بر روی پنیر چدار نشان داده شد بین تیمارهای حاوی KCl و یا مخلوط نمک NaCl و KCl پنیر چدار با تیمار شاهد از نظر شاخص های فیزیکی (سفتی، نرمی و سختی) اختلاف معناداری ($p > 0.05$) وجود نداشت.

۱۰-۳- ارزیابی بافت با استفاده از دستگاه

اینسترون^{۱۵}

در این ارزیابی آزمون نیروی گسیختگی یا شکست در روز سی ام از دوره رسیدگی بررسی شد. مطابق شکل ۴ تیمار D (شاهد) از نظر میزان بیشینه نیرو وارد شده به نمونه ها تا ایجاد

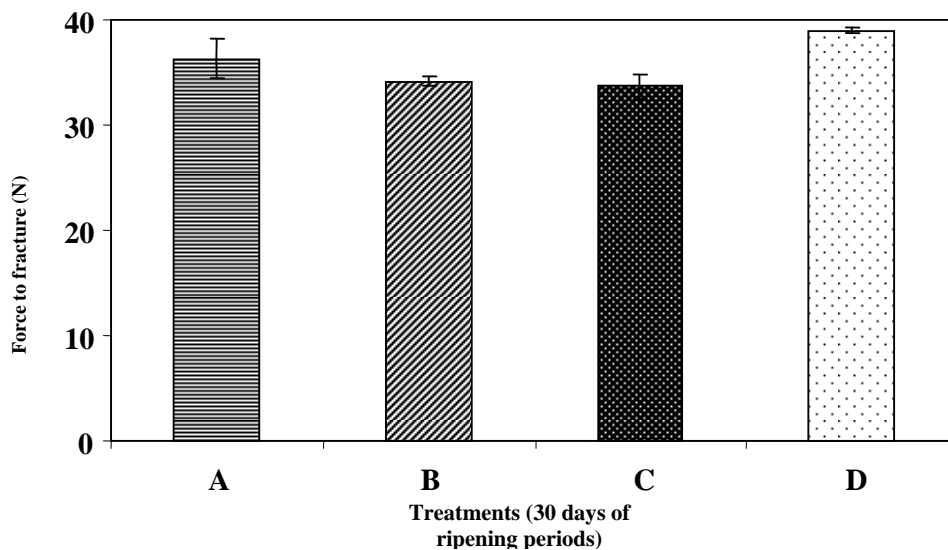


Fig. 4. Texture evaluation of UF White cheese made from NaCl or NaCl and KCl during ripening period
 *Treatment A: 1.50% NaCl + 1.50% KCl; Treatment B: 1.00% NaCl + 2.00% KCl
 Treatment C: 0.75% NaCl + 2.25% KCl; Treatment D (As a Control sample): 3.00% NaCl

بیشینه نیرو وارد شده به نمونه ها تا ایجاد شکنندگی در آنها اختلاف معنادار ($p > 0.05$) نداشت. به طور کلی این پنیر در هیچ جنبه ای به استثنای ارزیابی طعم اختلاف معناداری در ($p > 0.05$) با تیمار شاهد نداشت اما حدوداً ۵۰٪ سدیم کمتری نسبت به تیمار شاهد داشت و نسبت سدیم به پتاسیم پنیر نمک زنی شده با مخلوط یک به یک NaCl و KCl با مقادیر توصیه شده توسط متخصصین تغذیه نزدیک بود.

۵- تشکر و قدردانی

از کلیه همکاران و پرسنل زحمت کش بخش تحقیق و توسعه شرکت لبنیات پاک به خاطر همکاری‌ها و مساعدت‌های بی دریغشان در زمینه اجرای پروژه صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

۶- منابع

- [1] Binkerd, E. F., & O. E. Kolari. 1975. The history and use of nitrate and nitrite in the curing of the meat. *Journal of Food Cosmetic Toxicology* 13: 655-661.
- [2] Meneely, R. G. 1973. Toxic effects of dietary sodium chloride and the protective effect of potassium. In: *Committee on Food Protection. Toxicants occurring naturally in*

۴- نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده از میزان اسیدیته، ترکیب اسیدهای چرب آزاد و ویژگیهای بافتی تیمارهای مختلف پنیر سفید UF بعد از دوره های رسیدن در نظر گرفته شده، جایگزینی نمک کلرید سدیم تا میزان ۵۰٪ با نمک کلرید پتاسیم اثر معنی داری ($p < 0.05$) بر روی فرایند لیپولیز ندارد، همچنین پنیر سفید با کیفیت قابل پذیرش بالا با استفاده از نسبت یک به یک (وزنی : وزنی) مخلوط نمک های NaCl و KCl به جای استفاده از نمک NaCl به تنهایی تولید شد. در این مطالعه تیمار D (تیمار شاهد) در مقایسه با سه تیمار A، B و C در دوره های رسیدگی مشابه کمترین میزان اسیدیته را داشت. با این حال، از نظر میزان اسیدیته نزدیکترین تیمار به تیمار شاهد تیمار A بود. تمامی تیمارها در طی دوره های رسیدگی یک کاهش جزئی از نظر میزان رطوبت داشتند ولی میان تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری ($p > 0.05$) مشاهده نشد همچنین بین تیمار های مختلف از نظر درصد چربی اختلاف معناداری ($p > 0.05$) وجود نداشت. در بین سه تیمار A، B و C تیمار A ازت محلول در آب کمتری به دلیل میزان بیشتر یون سدیم نسبت به دو تیمار B و C داشت و از نظر میزان ازت محلول در آب نزدیکترین تیمار به تیمار D (شاهد) تیمار A بود. در نهایت تیمار D (شاهد) با تیمار A از نظر میزان

- sodium chloride on the quality of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*. 68:3127-3134.
- [17] Reddy, K. A. & E. H. Marth. 1993. Lipolysis in Cheddar cheese made with sodium chloride, potassium chloride or mixtures of sodium and potassium chloride. *Milchwissenschaft*. 48: 488-493.
- [18] Editorial. 1993. KCl spells quality in low-salt cheese. *Journal of Dairy Foods*. 94: 72.
- [19] Katsiari, M. C., L. P. Voutsinas, E. Alichanidis. & I. G. Roussis. 2000. Lipolysis in reduced sodium Feta cheese made by partial substitution of NaCl by KCl. *International Dairy Journal*. 10: 365-373.
- [20] ISIRI, Standard 2852, 1381, Specification of cheese, Determination of Acid Degree Value (ADV).
- [21] De Jong, C., & H. T. Badings. 1990. Determination of free fatty acids in milk and cheese: Procedures for extraction, clean up, and capillary gas chromatographic analysis. *J. High Resolution Chromatography*, 13: 94-98.
- [22] ISIRI, Standard 1753, 1370, Specification of cheese, Determination of moisture in cheese.
- [23] ISIRI, Standard 760, 1370, Specification of cheese, Determination of Fat on the basis of dry matter in cheese.
- [24] ISIRI, Standard 639, 1382, Cheese and cheese products-whey powder-Specifications and test method, Determination of total nitrogen on the basis of dry matter in cheese.
- [25] IDF ,1986. Milk. Determination of nitrogen content (Kjeldahl method) and calculation of crude protein content. Standard 20A ,International Dairy Federation ,Brussels.
- [26] Aly, M. E. 1995. An attempt for producing low-sodium Feta-type cheese. *Journal of Food Chemistry*. 52: 295-299.
- [27] Vafopoulou, A., E. Alichanidis, & G. Zerfiridis. 1989. Accelerated ripening of Feta cheese, with heat-shocked cultures of microbial proteinase. *Journal of Dairy Research*. 56: 285-296.
- [28] Katsiari, M. C., L. P. Voutsinas, E. Alichanidis, and I. G. Roussis, 1997. Reduction of sodium content in Feta cheese by partial substitution of NaCl by KCl. *International Dairy Journal*. 7: 465-472.
- [29] Rasmussen, R. R. and D. M. Barbano, 1987. Influence of potassium chloride on *Foods*, 2nd ed. Food and Nutrition Board-National Academy of Sciences, Washington, D. C.
- [3] Anonymous. 1981. Dietary factors and blood pressure. *Dairy Council Digest*. 52:25-30.
- [4] Woodin, G. B. 1981. Salt maintains essential role as excess use is criticized. *Journal of Food Development*. 15: 38-41.
- [5] Reddy, K. A. & E. H. Marth. 1993. Lipolysis in Cheddar cheese made with sodium chloride, potassium chloride or mixtures of sodium and potassium chloride. *Milchwissenschaft*. 48: 488-493.
- [6] Olson, N. F. 1982a. Effects of sodium reduction on natural cheeses. *Journal of Dairy Field*. 165: 48-78.
- [7] Olson, N. F. 1982b. Salt effects cheese characteristics. *Journal of Dairy Field*. 165: 72-74.
- [8] Olson, N. F. 1982c. Salt in moisture phase of cheese controls cheese quality. *Journal of Dairy Field*. 164: 85-86.
- [9] Katsiari, M. C., L. P. Voutsinas, E. Alichanidis & I. G. Roussis. 2001. Lipolysis in reduced sodium Kefalograviera cheese made by partial substitution of NaCl with KCl. *Journal of Food Chemistry*. 72: 193-197.
- [10] Reddy, K. A. & E. H. Marth. 1991. Reducing the sodium content of foods: A review. *Journal of Food Protection*. 54: 138-150.
- [11] Bravieri, R. E. 1983. Techniques for sodium reduction and salt substitution in commercial processing. *Activities Report of the R&D Associates*, 35: 79-86.
- [12] Fregly, M. J. 1981. Sodium and potassium. *Journal of Annals Review Nutrition*. 1: 69-93.
- [13] Haddy, F. J. 1991. Roles of sodium, potassium, calcium, natriuretic factors in hypertension. *Journal of Hypertension* 18: 179-183.
- [14] Lemann Jr. J., J. A. Pleuss, R. W. Gray & R. G. Hoffmann. 1993. Potassium causes calcium retention in healthy adults. *Journal of Nutrition*. 123: 1623-1626.
- [15] Lindsay, R. C., S. M. Hargett & C. S. Bush. 1982. Effect of sodium/potassium (1:1) chloride and low sodium chloride concentrations on quality of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*. 65: 360-370.
- [16] Fitzgerald, E. and J. Buckley, 1985. Effect of total and partial substitution of

- [33] Ramadan, F. A. M. 1995. Partial replacement of sodium by potassium in the manufacture of Domiati cheese. *Egyptian Journal of Dairy Science*. 23: 259-270.
- [34] Creamer, L. K., and N. F. Olson, 1982. Rheological evaluation of maturing Cheddar cheese. *Journal of Food Science*. 47: 631-636, 646.
- [35] Mc carthy, C. M., M. G. Wilkinson, P. M. Kelly, and T. P. Guinee, 2015. Effect of salt and fat reduction on the composition, lactose metabolism, water activity and microbiology of cheddar cheese. *Journal of Dairy Science and Technology*. 95(5): 587-611.
- Cheddar cheese moisture, acidity and proteolysis. *Journal of Dairy Science*. 70(Suppl. 1), 78 (Abstr.).
- [30] Motazavi, A., Hadad Khoda parast, M. H., Farhoosh, R., Nasehi, B. and R. Rezaee Mokram, 1372. *Modern Food Microbiology*. Mashhad, pp. 86-87.
- [31] Abd El-Salam, M. H., S. El-Shibiny, N. S. Ahmed, and A. A. Ismail, 1981. The use of ultrafiltration in manufacture of Domiati cheese from buffalo's milk. *Egyptian Journal of Dairy Science*. 9: 151-157.
- [32] Darwish, S. M., S. A. El-Deeb, and R. I. Mashaly, 1989. Effect of *L. helveticus* cell-free extract at different salt concentrations on the acceleration rate of Domiati cheese ripening. *Egyptian Journal of Dairy Science*. 17: 45-52.

Production of Low Salt UF White Cheese

Shahab Lavasani, A. R. ^{1*}

1. Innovative Technologies in Functional Food Production Research Center, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

(Received: 2016/07/04 Accepted:2017/06/18)

Effect of substitution of NaCl by KCl on lipolysis, compositional, sensory and rheological properties of UF white cheese during ripening (storage time) was studied. Four treatments of different mixtures of UF White Cheese with the ratios of NaCl+KCl: 1.50% NaCl+1.50 KCl, A; 1.00% NaCl+2.0% KCl, B; 0.75% NaCl+2.25% KCl, C; and D as control with 3.00% NaCl were treated by dry salting to produce low salt cheese. Lipolysis was analyzed by measuring acid degree value and through gas chromatography. The compositional characteristics (moisture content, fat, total nitrogen with dry basis, water soluble nitrogen), sensory properties (flavor and body texture) and textural characteristics (force to fracture) were measured. The results of acid degree value (ADV) showed that all treatments after 15, 30, 40 and 50 days of aging, except after one day aging, had significant ($p<0.05$) differences. However treatments D and A had the lowest levels of ADV. Moreover, regarding ADV, the results of GC showed that the profile of free fatty acid (FFA) (except for C18:0 in all treatments and after the same aging periods of 10, 25, 40, 55 and 70 had no significant differences. The treatments exhibited no significant ($p>0.05$) difference in the composition of cheese (moisture, fat, total nitrogen and water soluble nitrogen) after aging period. All treatments exhibited significant difference in sensory (flavor and body texture) properties. Textural properties (force to fracture) after 30 days aging showed that there was no significant ($p>0.05$) difference between A and D treatments.

Keywords: UF- White Cheese, Physicochemical properties, Lipolysis, Sensory properties, Textural properties.

* Corresponding Author E-Mail Address: shahabam20@yahoo.com