

بررسی اثرات جایگزینی نسبی نمک NaCl با نمک KCl بر شمارش کلی میکروارگانیس‌ها، کپک، مخمر، کلی فرم، اسیدیته و خصوصیات ترکیبی در پنی‌ر سفید UF

علیرضا شهاب لواسانی^۱، سید محمدعلی ابراهیم‌زاده موسوی^{۲*}، محمدرضا احسانی^۳

۱- کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی بیوسیستم کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی بیوسیستم کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی مهندسی بیوسیستم کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

این تحقیق با هدف امکان‌سنجی کاهش مقدار سدیم در پنی‌ر سفید UF با استفاده از مخلوط‌های NaCl و KCl با توجه به خواص میکروبی شامل سنجش و شمارش کلی میکروارگانیس‌ها، کپک، مخمر و کلی فرم و همچنین بررسی روند تغییرات ارزش درجه اسیدی، در همه تیمارها بررسی شد. 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، ۱/۵ درصد KCl + ۱/۵ درصد NaCl؛ تیمار B، ۲ درصد KCl + ۱ درصد NaCl؛ تیمار C، ۲/۲۵ درصد KCl + ۰/۷۵ درصد NaCl و تیمار D (تیمار شاهد)، ۳ درصد NaCl ساخته شدند. پنی‌رهای سفید UF نمک زده شده با مخلوط‌های متفاوتی از نمک NaCl و KCl از پنی‌رهای سفید UF که فقط با نمک NaCl نمک زده شده بودند شمارش کلی میکروارگانیس‌های کمتری داشتند. تیمار C، پایین‌ترین شمارش کلی میکروارگانیس‌ها را داشت. همچنین طی دوره نگهداری در هیچ یک از نمونه‌های پنی‌ر (تازه و نگهداری شده) کپک، مخمر و باکتریهای کلی فرم مشاهده نشد. نتایج ارزش درجه اسیدی نشان داد که تمامی تیمارها به استثنای روز اول، بعد از دوره‌های رسیدگی (۱۵، ۳۰، ۴۰ و ۵۰) اختلاف معنی‌داری ($P < 0/05$) دارند. با این حال، تیمارهای D پائین‌ترین میزان ارزش درجه اسیدی و تیمارهای A نزدیک‌ترین درجه اسیدی را به تیمار شاهد داشتند. همچنین تأثیر جایگزینی نسبی نمک کلرید سدیم با کلرید پتاسیم بر روی عوامل کیفی شامل خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنی‌ردر طی دوره رسیدن (به وسیله ارزیابی مقدار رطوبت، درصد چربی، ازت محلول در آب، ازت کل بر حسب ماده خشک) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، بین تیمارهای مختلف از نظر خصوصیات ترکیبی (رطوبت، درصد چربی، ازت کل بر حسب ماده خشک و ازت محلول در آب) بعد از دوره رسیدگی (۳۰، ۱۵، ۱) روز اختلاف معناداری ($P > 0/05$) وجود نداشت.

کلید واژگان: پنی‌ر سفید UF، شمارش کلی میکروارگانیس‌ها، ارزش درجه اسیدی، خاصیت ترکیبی

۱- مقدمه

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 می‌گردد [۱]. ترکیب پایه‌ای نمک در قرن نوزدهم میلادی کشف شد. نمک یک ترکیب شیمیایی شامل دو عنصر پایه‌ای، سدیم کاتیونی (Na^+) و کلرید آنیونی (Cl^-) می‌باشد که با یکدیگر به منظور تشکیل یک نمک هالید به نام کلرید سدیم (NaCl) واکنش می‌دهند [۲]. یون سدیم برای همه پستانداران از جمله انسان از جهت حفظ حجم خون و فشار اسمزی سلول و انتقال پیام‌های عصبی مورد نیاز می‌باشد [۳]. با این حال، به دلیل ارتباط میزان

* مسئول مکاتبات: Mousavi@ut.ac.ir

کردن بسیاری از مشکلات بالا کمک می‌کند [۹]. هدف از این مطالعه امکان‌پذیری کاهش مقدار سدیم در پنیر سفید UF با استفاده از مخلوط‌های نمک NaCl و KCl (۱:۱، ۲:۱ یا ۳:۱) طی نمک‌زنی خشک از راه تعیین و مقایسه خصوصیات میکروبی (شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها، کلی فرم، کپک و مخمر) با پنیر ساخته شده با نمک NaCl (شاهد) است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تولید پنیر

پنیر سفید UF از شیر گاو دارای میزان 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 سلیسیوس به مدت ۴۰ ثانیه فراوری حرارتی شد و سپس تا دمای ۳۶ درجه سلیسیوس سرد و با استفاده از یک واحد فراپالایش مدل APV ساخت کشور دانمارک تا ۳۶٪ مواد جامد کل تغلیظ شد. تغلیظ شده فوق در دمای ۷۸ درجه سلیسیوس به مدت ۴۰ ثانیه حرارت دید، تحت فشار ۷۰ بار به وسیله دستگاه همگن ساز^۲ همگن شد و تا ۳۶ درجه سلیسیوس سرد شد. سپس با ۲٪ آغازگر محتوی ۳۰٪ باکتریهای گرما دوست / استرپتوکوکوس ترموفیلوس^۳ و لاکتوکوکوس بولگاریکوس زیرگونه بولگاریکوس^۴ و ۷۰٪ باکتریهای مزوفیل لاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه لاکتیس^۵ و لاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه کرمورس^۶ مخلوط شد تا حدی که pH تا ۲ ± ۰/۰۵ کاهش یابد. سپس به آن ۲/۷۳ 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 مخلوط‌هایی با نسبت متفاوت از نمک کلرید سدیم (NaCl) و نمک کلرید پتاسیم (KCl) به روش نمک زنی خشک^۷، به منظور تولید پنیر رژیمی کم نمک ساخته شدند. این نسبت‌ها به شرح زیر بود:

دریافت سدیم با فشار خون، پوکی استخوان و تشکیل سنگ‌های کلیوی، نگرانی مصرف کنندگان به مصرف سدیم در مورد غذاهای فراوری شده روز به روز در حال افزایش است [۵]. نمک رشد باکتری‌های نامطلوب را در پنیر به تعویق می‌اندازد، به غلبه فلور میکروبی مطلوب کمک می‌کند، باعث کنترل سرعت تخمیر اسید لاکتیکی می‌شود و طعم و پیکره^۱ و بافت پنیر را نیز طی دوره رسیدن بهبود می‌دهد [۶ و ۷]. در صورتیکه غلظت نمک در پنیر کاهش یابد، خصوصیات فیزیکی شیمیایی، حسی، رئولوژیک و میکروبی ممکن است تحت تأثیر قرار گیرند. بدین منظور تلاش‌های زیادی توسط مجامع علمی و فراورده‌های لبنی برای رسیدن به یک پنیر کم نمک ذائقه پذیر با بکارگیری مخلوط‌های NaCl و KCl صورت گرفته است. نمک‌های متفاوتی به عنوان جایگزین برای کلرید سدیم ارزیابی و بررسی شده‌اند. این نمک‌ها شامل کلرید پتاسیم، کلرید منیزیم، کلرید کلسیم، کلرید آمونیوم و کلرید لیتیم می‌باشد که هر کدام دارای معایب خاص خود می‌باشند. علی‌رغم طعم و مزه تلخ ذاتی نمک کلرید پتاسیم، این نمک به طور گسترده و موفقیت‌آمیزی به صورت جایگزین نسبی نمک کلرید سدیم بکار برده شده است [۹]. مطالعات زیادی نشان داده‌اند که افزایش دریافت پتاسیم از طریق رژیم غذایی می‌تواند دارای اثر محافظت کننده بر افراد دارای فشار خون بالا باشد. همچنین، افزایش دریافت پتاسیم باعث کاهش دفع کلسیم از طریق ادرار و در نتیجه کاهش احتمال ابتلا به پوکی استخوان می‌شود [۱۰ و ۱۱ و ۱۲]. بسیاری از افرادی که از رژیم‌هایی با میزان کم سدیم به خاطر اثرات سلامت بخشی آن استفاده می‌کنند، از مصرف پنیرهای رسیده بخاطر مقدار سدیم بالای آنها اجتناب می‌کنند [۱۳ و ۱۴]. بنابراین صنایع فراورده‌های لبنی راه‌هایی را به منظور کم کردن مقدار NaCl پنیرهای فراوری شده یا پنیرهای طبیعی که حاوی سدیم بیشتری از دیگر فراورده‌های لبنی هستند، جستجو می‌کنند [۵]. وقتی که غلظت نمک در پنیر کم می‌شود، پروتولیز، فعالیت آبی، اسیدیته و تلخی همگی افزایش می‌یابند و سفتی و شوری کاهش می‌یابند [۹]. همچنین تخمیرهای غیر عادی هم ممکن است رخ دهد [۷]. تمام این عوامل کم کردن مقدار سدیم را به طور قابل توجه در پنیر بدون ایجاد اثرات نا مطلوب بر کیفیت آن مشکل می‌سازد. با این حال جایگزین کردن مقداری از NaCl با KCl به حل

2. Homogenizer
3. *Sterptococcus thermophilus*
4. *Lactococcus bulgaricus* spp *bulgaricus*
5. *Lactococcus lactis* spp *lactis*
6. *Lactococcus lactis* spp *cremoris*
7. Dry salting

1. Body

ماده خشک، ازت محلول در آب) بعد از دوره‌های رسیدگی (۱۵،۱ و ۳۰) روز ارزیابی و بین تیمارهای مختلف بعد از طی هر دوره رسیدگی خاص مقایسه شدند.

۲-۴-۱- مقدار رطوبت

مقدار رطوبت نمونه‌ها برحسب درصد، مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۵۳ تعیین شد [۱۹]. پنج گرم نمونه را برداشته در ظرفی که قبلاً به وزن ثابت رسیده و وزن آن مشخص شده نمونه را یکنواخت کرده و در اتوکلاو 100°C تا 150°C قرار داده شد تا به وزن ثابت برسد (کاملاً خشک شود) اختلاف وزن، میزان رطوبت و مواد فرار می‌باشد و آنچه باقی می‌ماند عصاره خشک است.

۲-۴-۲- درصد چربی

درصد چربی پنیر برحسب ماده خشک، مطابق با استاندارد ملی شماره ۷۶۰ تعیین شد [۲۰].

۲-۴-۳- درصد ازت کل برحسب ماده خشک

درصد ازت کل برحسب ماده خشک پنیر، مطابق با استاندارد ملی شماره ۶۳۹ تعیین شد [۲۱].

۲-۴-۴- ازت محلول در آب

ازت محلول در آب پنیر بر اساس روش کجلدال تعیین شد [۲۲]. 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 می‌آوریم.

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها به وسیله طرح فاکتوریل بر پایه کاملاً تصادفی بوسیله نرم‌افزار آماری SAS با سطح اطمینان ۹۵٪ آنالیز شدند. برای هر تیمار دو نمونه در نظر گرفته شده بود که هر آزمایش بر روی هر نمونه با دو تکرار صورت گرفت.

تیمار A : $1/50\% \text{NaCl} + 1/50\% \text{KCl}$

تیمار B : $1/00\% \text{NaCl} + 2/00\% \text{KCl}$

تیمار C : $0/75\% \text{NaCl} + 2/25\% \text{KCl}$

تیمار D (تیمار شاهد) : $3/00\% \text{NaCl}$

۲-۲- خصوصیات میکروبی

مطابق جدول ۱، خصوصیات میکروبی در تیمارها با استفاده از جستجو و شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها، کلی فرم، کپک و مخمر بعد از دوره های زمانی ۱۵ روزه رسیدن روزهای ۱، ۱۵ و ۳۰ ارزیابی و بین تیمارهای مختلف بعد از طی هر دوره زمانی ۱۵ روزه رسیدن مقایسه شدند.

۲-۲-۱- جستجو و شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها

جستجو و شمارش کلی میکروارگانیسم‌های نمونه پنیرها، مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۵۴۸۴ انجام شد [۱۵].

۲-۲-۲- جستجو و شمارش کلی فرم

جستجو و شمارش کلی فرم نمونه پنیرها، مطابق با استاندارد ملی شماره ۱-۵۴۸۶ انجام شد [۱۶].

۲-۲-۳- جستجو و شمارش قارچها کپکها و مخمرها

جستجو و شمارش قارچها (کپکها و مخمرها) در نمونه پنیرها، مطابق با استفاده از استاندارد ملی شماره ۹۹۷ صورت گرفت [۱۷].

۲-۳- میزان اسیدیته برحسب درصد اسید لاکتیک (درجه اسیدی)^۲

میزان اسیدیته نمونه‌ها برحسب درصد اسید لاکتیک مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ تعیین شدند. بعد از مخلوط کردن کامل حدود ۴ گرم از نمونه پنیر با ۵۰ میلی لیتر از محلول ۲٪ سیترات سدیم و بعد از ته نشین شدن، ۲۵ میلی لیتر از محلول رویی جهت تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و با استفاده از معرف فنل فتالئین برداشته می‌شود [۱۸].

۲-۴- خصوصیات ترکیبی

مطابق جدول ۳، خصوصیات ترکیبی در تیمارها توسط اندازه‌گیری (مقدار رطوبت، درصد چربی، ازت کل برحسب

1. Detection and enumeration
2. Acid degree value

جدول ۱ اثر جایگزینی نمک NaCl با KCl بر شمارش کلی میکروبی پنیر سفید UF[†] طی دوره نگهداری

| ویژگی | دوره های ۱۵ روزه نگهداری (رسیدن) (روز) | تیمارها | | | |
|--|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | ۳٪NaCl | ۱٪NaCl | ۱٪NaCl | ۰٫۷۵٪NaCl |
| | | | + | + | + |
| شمارش کلی میکروارگانیزمها (log cfu/g) | ۱ | ۷/۱ ^a | ۶/۷ ^b | ۶/۷ ^b | ۶/۷ ^b |
| | ۱۵ | ۷/۲ ^a | ۷/۰ ^b | ۷/۰ ^b | ۷/۰ ^b |
| | ۳۰ | ۷/۸ ^a | ۷/۱ ^b | ۷/۰ ^b | ۷/۰ ^b |

[†] میانگین ها در هر ردیف با توان حرفی متفاوت دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P < 0.001$).

[‡] میانگین ها در هر ردیف منتج از دو تکرار می باشد.

جدول ۳ نمایش تاثیر تیمارهای مختلف در طی دوره های رسیدگی روی میزان (رطوبت، چربی، ازت کل برحسب ماده خشک و ازت محلول در آب)

| دوره رسیدگی (روز) | تیمارها | رطوبت (برحسب درصد) | چربی (برحسب درصد) | ازت کل برحسب ماده خشک (برحسب درصد) | ازت محلول در آب (برحسب درصد) |
|-------------------------|---------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| ۱ | A | ۶۴/۱۵±۰/۰۸ | ۱۵/۲۵±۰/۰۴ | ۵/۵۴±۰/۰۳ | ۰/۲۸±۰/۰۳ |
| | B | ۶۴/۰۰±۰/۰۶ | ۱۵/۲۵±۰/۰۴ | ۵/۵۴±۰/۰۳ | ۰/۲۸±۰/۰۳ |
| | C | ۶۴/۰۳±۰/۰۸ | ۱۵/۲۵±۰/۰۵ | ۵/۵۷±۰/۰۴ | ۰/۲۸±۰/۰۳ |
| | D | ۶۴/۰۲±۰/۰۸ | ۱۵/۰۰±۰/۰۴ | ۵/۵۵±۰/۰۳ | ۰/۲۸±۰/۰۳ |
| ۱۵ | A | ۶۳/۸۳±۰/۰۷ | ۱۵/۲۵±۰/۰۴ | ۵/۵۷±۰/۰۳ | ۰/۲۹±۰/۰۳ |
| | B | ۶۳/۸۰±۰/۰۷ | ۱۵/۵۰±۰/۰۴ | ۵/۵۶±۰/۰۳ | ۰/۲۹±۰/۰۳ |
| | C | ۶۳/۷۷±۰/۰۹ | ۱۵/۲۵±۰/۰۴ | ۵/۶۴±۰/۰۳ | ۰/۲۹±۰/۰۳ |
| | D | ۶۳/۷۲±۰/۰۹ | ۱۵/۱۷±۰/۰۴ | ۵/۵۴±۰/۰۳ | ۰/۲۹±۰/۰۳ |
| ۳۰ | A | ۶۳/۲۰±۰/۰۷ | ۱۵/۰۰±۰/۰۴ | ۵/۶۲±۰/۰۳ | ۰/۲۹±۰/۰۳ |
| | B | ۶۳/۱۵±۰/۰۸ | ۱۵/۲۵±۰/۰۵ | ۵/۶۶±۰/۰۴ | ۰/۲۹±۰/۰۴ |
| | C | ۶۳/۴۵±۰/۰۷ | ۱۵/۲۵±۰/۰۴ | ۵/۶۳±۰/۰۳ | ۰/۲۹±۰/۰۴ |
| | D | ۶۳/۳۱±۰/۰۷ | ۱۵/۷۵±۰/۰۵ | ۵/۶۱±۰/۰۳ | ۰/۲۹±۰/۰۴ |

۳- نتایج و بحث

۳-۱- جستجو و شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها

شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در تیمارهای مختلف پنیر سفید UF در روزهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ از دوره های زمانی رسیدن در جدول ۱ نشان داده شده است. از داده‌های جدول ۱ می‌توان دریافت پنیرهای سفید UF که با مخلوطهای متفاوتی از نمک NaCl و KCl تیمار شده‌اند از پنیرهای سفید UF که فقط با نمک NaCl تیمار شده‌اند شمارش کلی میکروارگانیسم‌های کمتری داشتند و این امکان وجود دارد که یون K^+ تا اندازه‌ای عامل اثر بازدارندگی بیشتر مخلوطهای نمکی NaCl و KCl در مقایسه با نمک NaCl است. این نتیجه با برخی از نتایج محققین بر روی پنیر چدار مطابقت داشت [۲۳]. در مطالعه بر روی پنیر چدار نشان داده شده که پنیر چداری که با مخلوطهای نمکی NaCl و KCl تیمار شده‌اند از پنیرهایی که به تنهایی با نمک NaCl تیمار شده‌اند شمارش کلی میکروارگانیسم‌های کمتری داشتند، با این حال شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در سرتاسر دوره نگهداری در داخل یخچال افزایش یافت که این نتیجه با نتیجه مطالعه بر روی پنیر فتا مطابقت داشت [۲۴].

۳-۲- جستجو و شمارش کپک و مخمر

طی روزهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ از دوره رسیدن در تمامی پنیرهای سفید UF تیمار شده با مخلوطهای نمکی NaCl و KCl و پنیرهای سفید UF که فقط با نمک NaCl تیمار شده‌اند، کپک و مخمری مشاهده نشد. که این نتیجه با نتیجه مطالعه بر روی پنیر فتا مطابقت نداشت [۲۴].

۳-۳- جستجو و شمارش کلی فرم

طی روزهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ از دوره رسیدن در تمامی پنیرهای سفید UF تیمار شده با مخلوطهای نمکی NaCl و KCl و پنیرهای سفید UF که فقط با نمک NaCl تیمار شده‌اند، کلی فرم مشاهده نشد. که چنین نتایجی نشان دهنده رعایت شرایط بهداشتی در طی فرایند تولید پنیر است. این نتیجه با نتیجه تحقیق بر روی پنیر فتا مطابقت داشت [۲۴].

۳-۴- میزان اسیدیته

میزان اسیدیته برحسب درصد اسید لاکتیک (درجه اسیدی) تیمارهای مختلف پنیر سفید UF در جدول ۲ نشان داده شده است. از داده‌های جدول ۲ می‌توان دریافت که تمامی تیمارها در طی دوره های نگهداری یک روند افزایشی از نظر میزان اسیدیته را نشان می‌دهند که این نتیجه با نتایج بدست آمده از مطالعات بر روی پنیر فتا و پنیر کفالوگرویرا^۱ مطابقت داشت [۲۵ و ۲۶].

جدول ۲ درجه اسیدی (میزان اسیدیته برحسب درصد اسید لاکتیک) پنیرهای سفید UF⁺ ساخته شده با NaCl یا مخلوط های NaCl و KCl در دوره های رسیدگی متفاوت

| دوره رسیدگی (روز) | تیمارهای پنیر سفید UF* | | | |
|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | A | B | C | D |
| ۱ | ۱/۳۶ ^a | ۱/۳۸ ^a | ۱/۳۹ ^a | ۱/۳۶ ^a |
| ۱۵ | ۱/۴۷ ^a | ۱/۴۴ ^b | ۱/۴۷ ^c | ۱/۳۹ ^d |
| ۳۰ | ۱/۴۵ ^a | ۱/۴۸ ^b | ۱/۵۱ ^c | ۱/۴۳ ^d |
| ۴۰ | ۱/۵۱ ^a | ۱/۶۱ ^b | ۱/۶۶ ^c | ۱/۴۷ ^d |
| ۵۰ | ۱/۵۵ ^a | ۱/۶۵ ^b | ۱/۷۰ ^c | ۱/۵۰ ^d |

[†] میانگین ها در هر ردیف با توان حرفی متفاوت دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P < 0.05$).

[‡] میانگین ها در هر ردیف متتج از دوتکرار می باشد.

* تیمار A: 1.00% NaCl+1.50% KCl; تیمار B: 1.50% NaCl+2.00% KCl; تیمار C: 0.75% NaCl+2.25% KCl; تیمار D: 3.00% NaCl

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 می‌باشد، فعالیت باکتریایی استارتر و همچنین میکروارگانیزم‌های دیگر بیشتر می‌باشد و در نتیجه اسید بیشتری تولید می‌گردد. در این مطالعه بیشترین میزان تولید اسید مربوط به تیمار C بود و 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 می‌باشد. در این مطالعه تیمار D (تیمار شاهد) در مقایسه با سه تیمار A، B و C در دوره‌های رسیدگی مشابه کمترین میزان اسیدیته را داشت. با این حال، از نظر میزان اسیدیته نزدیکترین تیمار به تیمار شاهد تیمار A بود.

۳-۵- رطوبت

میزان رطوبت بر حسب درصد در تیمارهای مختلف پنیر سفید UF در روزهای (۱، ۱۵ و ۳۰) از دوره رسیدگی در جدول ۳ نشان داده شده است. از داده‌های جدول ۳ می‌توان دریافت که تمامی تیمارها در طی دوره‌های رسیدگی یک کاهش جزئی از نظر میزان رطوبت نشان می‌دهند با این حال بین تیمارهای مختلف از نظر میزان رطوبت اختلاف معناداری ($p > 0.05$) مشاهده نشد که این نتیجه با برخی از نتایج محققین بر روی پنیر فتا [۲۴ و ۲۷] و پنیر چدار [۲۸] مطابقت داشت.

۳-۶- درصد چربی

مقدار چربی بر حسب درصد در تیمارهای مختلف پنیر سفید UF در طی روزهای (۱۵، ۳۰ و ۴۵) از دوره رسیدگی در جدول ۳ نشان داده شده است. از داده‌های جدول ۳ 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 [۲۴ و ۲۷] و پنیر چدار [۲۸] مطابقت داشت.

۳-۷- درصد ازت محلول در آب (WSN%)^۱

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 ۳ نشان داده شده است. از داده‌های جدول ۳ می‌توان دریافت که تمامی تیمارها در طی دوره رسیدگی یک روند افزایشی از نظر میزان ازت محلول در آب نشان می‌دهند که این نتیجه با برخی از نتایج محققین بر روی پنیر فتا [۲۴] و پنیر

چدار [۲۹] مطابقت داشت. افزایش ازت محلول در آب در سرتاسر دوره نگهداری به فعالیتهای میکروبی و آنزیمی نسبت داده می‌شود. 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 [۳۰]. همچنین وقتی که مقدار نمک پنیر کاهش می‌یابد نرخ شکسته شدن پروتئینی در پنیر دومیاطی^۲ در طی نگهداری در $C 10^{\circ}$ افزایش یافت [۳۱]. در این مطالعه بیشترین میزان ازت محلول در آب مربوط به تیمار C می‌باشد، در بین سه تیمار A، B و C تیمار A ازت محلول در آب کمتری نسبت به دو تیمار B و C داشت. همچنین در این مطالعه تیمار D (شاهد) در مقایسه با سه تیمار A، B 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.

۳-۸- درصد ازت کل بر حسب ماده خشک^۳

درصد ازت کل بر حسب ماده خشک تیمارهای مختلف پنیر سفید UF در جدول ۳ 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 [۲۴].

۴- نتیجه گیری

از لحاظ شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها، تیمارهایی که حاوی کلروپتاسیم بیشتری بودند، شمارش کلی میکروارگانیزم‌های کمتری داشتند. همچنین در هیچ یک از تیمارهای A، B، C و D، کپک، مخمر و کلی فرم مشاهده نشد. شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها نشان داد تیمار C کمترین شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها را در مقایسه با تیمارهای A، B و D دارد. در مجموع با توجه به نتایج حاصل شده از شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها، کپک، مخمر، کلی فرم، میزان اسیدیته، خصوصیات ترکیبی (مقدار رطوبت، درصد چربی، ازت کل بر حسب ماده خشک، ازت محلول در آب) بعد از دوره‌های رسیدن در نظر گرفته شده، پنیر سفید UF با کیفیت قابل

2. Domiati cheese

3. $\left(\frac{\text{Total nitrogen}}{\text{Dry matter}} \right) \%$

1. Water Soluble Nitrogen

- commercial processing. Activities Report of the R&D Associates. 35: 79-86.
- [10] Fregly, M. J., 1981. Sodium and potassium. Annual Review of Nutrition. 1: 69-93.
- [11] Haddy, F. J., 1991. Roles of sodium, potassium, calcium, natriuretic factors in hypertension. Hypertension. 18: 179-183.
- [12] Lemann, J. Jr., J. A. Pleuss and R. W. Gray, 1993. Potassium causes calcium retention in healthy adults. Journal of Nutrition. 123: 1623-626.
- [13] Thakur, M. K., R. J. Kirk, and T. I. Hedrick, 1975. Changes during ripening of unsalted Cheddar cheese. Journal of Dairy Science 58: 175-180.
- [14] Lindsay, R. C., S. M. Hargett, and 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.
- [15] ISIRI, Standard 5484, 1381, Milk and milk products-Whey powder-Specifications, Detection and enumeration of total microorganisms.
- [16] ISIRI, Standard 5486-2, 1381, Milk and milk products-Whey powder-Specifications, Detection and enumeration of Coliform bacteria.
- [17] ISIRI, Standard 997, 1370, Specification of Cheese, Detection and enumeration of Molds and Yeasts.
- [18] ISIRI, Standard 2852, 1381, Specification of Cheese, Determination of Acid Degree Value (ADV).
- [19] ISIRI, Standard 1753, 1370, Specification of Cheese, Determination of moisture in cheese.
- [20] ISIRI, Standard 760, 1370, Specification of Cheese, Determination of Fat on the basis of dry matter in cheese.
- [21] 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.
- [22] IDF, 1986. Milk. Determination of nitrogen content (Kjeldahl method) and calculation of crude protein content. Standard 20A, International Dairy Federation, Brussels.
- [23] Koenig, S. and E. M. Marth, 1982. Behavior of Staphylococcus aureus in Cheddar cheese made with sodium chloride پذیرش بالا به وسیله استفاده از نسبت (وزنی / وزنی) ۱:۱ مخلوط نمک های NaCl و KCl به جای استفاده کردن از نمک NaCl به تنهایی، تولید شد که حدود ۵۰ درصد سدیم کمتری نسبت به تیمار شاهد داشت و نسبت Na/K پنیر نمک زنی شده با مخلوط NaCl/KCl (۱:۱) نزدیک به مقادیر توصیه شده توسط متخصصین تغذیه بود.

۶- تشکر و قدردانی

از کلیه همکاران و پرسنل زحمت‌کش بخش تحقیق و توسعه شرکتهای لبنیات پاک و کالبر اراک به خاطر همکاری‌ها و مساعدت‌های بی‌دریغشان در زمینه اجرای پروژه صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

۷- منابع

- [1] Binkerd, E. F., and O. E. Kolari, 1975. The history and use of nitrate and nitrite in the curing of the meat. 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 Foods, 2nd ed. Food and Nutrition Board-National Academy of Sciences, Washington, D.C. p. p. 26-42.
- [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. Food Development. 15: 38-41.
- [5] Reddy, K. A., and E. H. Marth, 1993. Composition of Cheddar cheese made with sodium chloride and potassium chloride either singly or as mixtures. Journal of Food composition and Analysis. 6: 345-363.
- [6] Olson, N. F., 1982a. Effects of sodium reduction on natural cheeses. Dairy Field. 165: 48-78.
- [7] Olsan, N. F., 1982b. Salt effects cheese characteristics. Dairy Field. 165: 72-74.
- [8] Olsan, N. F., 1982c. Salt in moisture phase of cheese controls cheese quality. Dairy Field. 164: 85-86.
- [9] Bravieri, R. E., 1983. Techniques for sodium reduction and salt substitution in

- Effect of total and partial substitution of sodium chloride on the quality of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*. 68:3127-3134.
- [29] Rasmussen, R. R. and D. M. Barbano, 1987. Influence of potassium chloride on Cheddar cheese moisture, acidity and proteolysis. *Journal of Dairy Science*. 70(Suppl. 1), 78 (Abstr.).
- [30] 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.
- [31] 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. 70 (Suppl. 1), 78 (Abstr.).
- or a mixture of sodium chloride and potassium chloride. *Journal of Food Protection*. 45: 996-1002.
- [24] Aly, M. E. 1995. An attempt for producing low-sodium Feta-type cheese. *Journal of Food Chemistry*. 52: 295-299.
- [25] Katsiari, M. C., L. P. Voutsinas, E. Alichanidis, and I. G. Roussis, 2000. Lipolysis in reduced sodium Feta cheese made by partial substitution of NaCl by KCl. *International Dairy Journal*. 10: 365-373.
- [26] Katsiari, M. C., L. P. Voutsinas, E. Alichanidis and I. G. Roussis. 2001. Lipolysis in reduced sodium Kefalograviera cheese made by partial substitution of NaCl with KCl. *Food Chemistry*. 72: 193-197.
- [27] 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.
- [28] Fitzgerald, E. and J. Buckley, 1985.

The Effects of Partial Substitution of NaCl by KCl on Bacterial Total Counts, Mould, Yeast, Coliform, Acid Degree Value and Compositional Properties in UF White Cheese

Shahab-Lavasani, A. R.¹, Ebrahimzadeh-Mousavi, M. A.^{2*}, Ehsani, M. R.³

1-M. Sc. Graduate Of Food Science and Technology, Tehran University, Karaj, Iran.

2-Associate Prof Of Food Technology, Tehran University, Karaj, Iran.

3-Professor Of Food Technology, Tehran University, Karaj, Iran.

This study was conducted to produce UF white cheese with the mixture of KCl and NaCl salts and its effect on microbial properties including Total Count, Mould, Yeasts and Coliforms and Compositional properties such as moisture, fat, total nitrogen and water soluble nitrogen. Changes in acid degree values (ADV) in all treatments were also investigated. Four treatments of low-salt White Cheese with salt ratios of NaCl/KCl: 1.50 : 1.50 (A) 1.00 : 2.00 (B) 0.75 : 2.25 (C) and 3.00:00 (D, as control) were prepared by dry salting practice. The samples salted with various proportions of NaCl and KCl had significantly ($P < 0.001$) lower bacterial counts than those salted only with NaCl. The lowest bacterial count was observed in treatment C. Neither mold and yeast nor coliform bacteria was detected in all cheese samples in freshly made or stored cheese. 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. The quality property such as composition (moisture content, fat, total nitrogen with dry basis, water soluble nitrogen) was measured. No significant ($P > 0.05$) difference was observed in compositional properties.

Key Words: : Acid Degree Value, Coliform, Compositional Properties, Total Bacterial Counts, UF White Cheese.

* Corresponding author E-Mail address: Mousavi@ut.ac.ir