

بررسی اثرات جایگزینی نسبی نمک NaCl با نمک KCl بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسی و رئولوژیکی پنیر سفید ایرانی

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

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

چکیده

تأثیر جایگزینی نسبی نمک کلرید سدیم با کلرید پتاسیم بر روی عوامل کیفی شامل خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنی‌در 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 ۱ در 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، $1/5\% \text{ NaCl} + 1/5\% \text{ KCl}$ ؛ تیمار B $0\% \text{ NaCl} + 0\% \text{ KCl}$ ؛ تیمار C $2/25\% \text{ NaCl} + 0/75\% \text{ KCl}$ و تیمار D (تیمار شاهد)، $3/0\%$ ساخته شده بودند، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، بین تیمارهای مختلف از نظر خصوصیدگی (۳۰، ۱۵، ۱) اختلاف معناداری ($P > 0/05$) وجود نداشت. از نظر بررسی خواص حسی (عطر و طعم و جسمیات ترکیبی (رطوبت، درصد چربی، ازت کل بر حسب ماده خشک و ازت محلول در آب) بعد از دوره رسی) تمام تیمارها اختلاف معنادار ($P < 0/05$) داشتند همچنین بررسی خواص بافتی در روز سی ام دوره رسیدگی نشان داد که اختلاف معناداری ($P > 0/05$) بین تیمارهای A و D وجود ندارد.

کلیدواژگان: پنیر سفید ایرانی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، خواص حسی، خواص بافتی.

۱- مقدمه

(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

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

* مسوول مکاتبات: E-mail: mousavi@ut.ac.ir

2. Meneely, 1973-

1. Binkerd and kolar, 1975

می‌باشد^۱. با این حال، به دلیل ارتباط میزان 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^۲. برخی از فراورده‌های لبنی نظیر پنیرهای طبیعی و فراوری شده دارای میزان بالایی سدیم می‌باشند که تلاشهایی برای کاهش آن به وسیله صنایع و مجامع علمی صورت گرفته است^۳. نمک رشد باکتریهای نامطلوب را در پنیر به تعویق می‌اندازد؛ به غلبه فلور میکروبی مطلوب کمک می‌نماید؛ باعث کنترل سرعت تخمیر اسید لاکتیک می‌شود و باعث بهبود طعم، جسمیت و بافت پنیر در طی دوره رسیدگی را سبب می‌شود^۴. در صورتی که غلظت نمک در پنیر کاهش یابد، خصوصیات فیزیکی شیمیایی، حسی، رئولوژیکی و میکروبی ممکن است تحت تأثیر قرار گیرد. با این حال، جایگزین کردن مقداری از NaCl با KCl می‌تواند تا حدودی مشکلات احتمالی را برطرف سازد^۵. بدین منظور تلاشهای زیادی به وسیله مجامع علمی و فراورده‌های لبنی برای رسیدن به یک پنیر کم نمک قابل پذیرش با بکارگیری مخلوطهای NaCl/KCl صورت گرفته است^۶. نمکهای متفاوتی به عنوان جایگزین برای کلرید سدیم ارزیابی و بررسی شده اند. 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 موفقیت آمیزی به صورت جایگزین نسبی نمک کلرید سدیم به کار برده شده است^۷. مطالعات زیادی نشان داده‌اند که افزایش دریافت پتاسیم از طریق رژیم غذایی می‌تواند یک اثر

محافظت کنندگی در افراد دارای فشار خون اعمال نماید. همچنین افزایش دریافت پتاسیم باعث کاهش دفع کلسیم از طریق ادرار و در نتیجه کاهش احتمال ابتلا به پوکی استخوان می‌شود^۸. بسیاری از افراد تحت رژیمهای با میزان محدود سدیم و یا تنظیم در جهت سلامتی از مصرف پنیرهای رسیده به خاطر مقدار سدیم بالای آنها اجتناب می‌کنند^۹. 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^{۱۰}.

وقتی که غلظت نمک در پنیر کاملاً کم می‌شود، پروتئولیز، فعالیت آبی، اسیدیته و تلخی همگی افزایش می‌یابند درحالی که سفتی و شوری کاهش می‌یابند^{۱۱}. همچنین تخمیرهای غیر عادی هم ممکن است رخ دهد^{۱۲}. تمام این عوامل کم کردن مقدار سدیم را به طور قابل توجه در پنیر بدون اثر گذاری به صورت نامطلوب بر روی کیفیت آن مشکل می‌سازد. با این حال جایگزین کردن مقداری NaCl با KCl به حل کردن بسیاری از مشکلات فوق کمک می‌کند^{۱۳}. نمک KCl گسترده ترین و موفقیت آمیزترین جایگزین جزئی مورد استفاده برای NaCl در پنیر بوده است^{۱۴}. هدف از این مطالعه امکان پذیری کاهش مقدار سدیم در پنیر سفید ایرانی به وسیله استفاده کردن مخلوطهای نمک NaCl و KCl (۱:۱ یا ۲:۱ یا ۳:۱) در طی نمک زنی خشک از طریق تعیین و مقایسه کردن خصوصیات ترکیبی (مقدار رطوبت، درصد چربی، ازت کل بر حسب ماده خشک، ازت محلول در آب)، خواص حسی (عطر و طعم و جسمیت) و خواص بافتی (Force to Fracture) با پنیر ساخته شده با نمک NaCl (شاهد) می‌باشد.

8 Fregly, 1981; Haddy, 1991; Lemann et al., 1993

9. Thakur et al., 1975; Lindsay et al., 1982

10. Reddy and Marth, 1993

11. Editorial, 1993

12. Olson, 1982a

13. Editorial, 1993

14. Reddy and Marth 1991

1. Anonymous, 1981; woodin, 1981

2. Reddy and Marth, 1993

3. Reddy and Marth, 1991

4. Olson, 1982 a, b, c

5. Editorial, 1993

6. Reddy and Marth, 1991

7 Braviery, 1983

۲- مواد و روشها

۲-۱- تولید پنیر

پنیر سفید ایرانی از شیر گاو با روش اولترافیلتراسیون (UF) در کارخانه پنیر کالبر اراک تهیه شد. شیر مورد استفاده در ساخت پنیر از نوع شیر گاو دارای میزان چربی ۳/۲٪ و مواد جامد غیر چرب در حدود ۸٪ بود که در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۴۰ ثانیه فراوری حرارتی شد و سپس تا دمای ۳۶ درجه سانتیگراد سرد و با استفاده از یک واحد اولترافیلتراسیون مدل APV ساخت کشور دانمارک تا ۳۶٪ مواد جامد کل تغلیظ شد. حاصل تغلیظ شده فوق در دمای ۷۸ درجه سانتیگراد به مدت ۴۰ ثانیه حرارت دیده و تحت فشار ۷۰ بار توسط دستگاه هموژنایزر^۱ همگن شده و تا ۳۶ درجه سانتیگراد سرد شد. سپس با ۲٪ آغازگر محتوی ۳۰٪ باکتریهای گرمادوست (استرپتوکوکوس ترموفیلوس، لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس) و ۷۰٪ باکتریهای مزوفیل (لاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه لاکتیس، لاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه کرموریس) مخلوط شد تا حدی که pH تا ۵/۲ کاهش یابد، در نهایت مخلوط همزده شد و در قوطی های ۴۵۰ گرمی توزیع شد تا تشکیل لخته کامل گردد. سپس چهار تیمار از پنیرسفید ایرانی شامل مخلوطهایی با نسبت متفاوت از نمک کلرید سدیم (NaCl) و نمک کلرید پتاسیم (KCl) به روش نمک زنی خشک^۲، به منظور تولید پنیر رژیمی کم نمک ساخته شدند که نسبت دونمک در تیمارها به صورت زیر بود.

برای هر تیمار دو نمونه در نظر گرفته شده بود که هر آزمایش بر روی هر نمونه با دو تکرار صورت گرفت.

۲-۲- خصوصیات ترکیبی

مطابق جدول ۱، خصوصیات ترکیبی در تیمارها توسط اندازه گیری (مقدار رطوبت، درصد چربی، ازت کل

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

جدول ۱ روش‌های آزمونهای مختلف مطابق با استاندارد

روشها	آزمایشها
استاندارد ملی ایران ۱۷۵۳	درصد رطوبت
استاندارد ملی ایران ۷۶۰	درصد چربی
استاندارد ملی ایران ۶۳۹	درصد ازت کل برحسب ماده خشک
روش کج‌لدا	درصد ازت محلول در آب
استاندارد ملی ایران ۴۹۳۸	بررسی عطر و طعم و بافت
استفاده از دستگاه اینسترون	Force to fracture

۲-۲-۱- مقدار رطوبت

مقدار رطوبت نمونه‌ها برحسب درصد مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۵۳ تعیین شدند. ۵ گرم نمونه را برداشته در ظرفی که قبلاً به وزن ثابت رسیده و وزن آن مشخص شده نمونه را یکنواخت کرده و در اتوکلا و ۱۰۰°C درجه تا ۱۵۰°C قرار داده شد تا به وزن ثابت برسد (کاملاً خشک شود) اختلاف وزن، میزان رطوبت و مواد فرار می باشد و آنچه باقی می ماند عصاره خشک است.

۲-۲-۲- درصد چربی

چربی نمونه برحسب ماده خشک مطابق با استاندارد ملی به شماره ۷۶۰ تعیین شدند (روش ژربر)

۲-۲-۳- درصد ازت کل برحسب ماده خشک

درصد ازت کل برحسب ماده خشک پنیرها مطابق با استاندارد ملی شماره ۶۳۹ تعیین شد. مطابق با روش

1. Homogenizer
2. Dry salting

طعم و بافت ارزیابی شد. برای عطر و طعم معین شد ارزیابی برحسب نمره (۰-۴۰) انجام شود که نمره صفر به منزله بدترین و نمره ۴۰ به منزله بهترین تیمار می باشد. و برای خواص جسمیت 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 رانسیت) و از لحاظ بافتی عیوبی نظیر (سفتی، نرمی و شلی) آموزش داده شدند (Aly, 1995).

۲-۴- اندازه گیری (نسبت نیرو به شکست)

Force to fracture پنیهای فتا تیمار شده با کلرید سدیم و کلرید پتاسیم پس از یک ماه با استفاده از دستگاه تجزیه بافت ۱ (TA) مدل Hounsfield HSKS ساخت کشور انگلستان با قطر پلانژر ۴/۵ سانتی متر اندازه گیری شد.

ترتیب مراحل بدین صورت بود:

تهیه برش از نمونه با ابعاد سطح مقطع ۳×۳×۱/۶
قرار دادن نمونه در زیر دستگاه و تنظیم سطح نمونه و سطح فشارنده دستگاه
تنظیم میزان نیرو، عمق فشار، سرعت اعمال فشار
بدین صورت آزمون Compression to Extention 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 با استفاده از نرم افزار دستگاه رسم گردید.

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

داده ها به وسیله تجزیه و تحلیل واریانس یکطرفه (ANOVA) بکارگیری نرم افزار آماری SPSS 12 با سطح اطمینان ۹۵٪ آنالیز شدند.

کجدال ۲ گرم نمونه را برداشته به آن ۱۰ گرم سولفات مس و ۱۰ گرم سولفات پتاسیم و ۲۰ میلی لیتراسید سولفوریک غلیظ اضافه شد سپس حرارت داده تا هضم کامل شود. در اثر حرارت دادن محلول سیاه می شود و بعد از هضم به رنگ سبز در می آید که رنگ سبز باید نیم ساعت مداوم داشته باشد. سپس به آن آب اضافه کرده و در هنگام هضم، اسید سولفوریک با عامل آمین موجود در پروتئین تبدیل به سولفات آمونیوم گشته که با افزودن محلول قلیا به محیط، آمونیاک ایجاد می شود که با حرارت دادن، محلول آمونیاک موجود در نمونه تبخیر گشته و در ارلن حاوی حجم معینی اسید، آمونیاک وارد محیط اسیدی می شود و مقداری از آن را خنثی می کند. اضافی اسید را با محلول هم غلظت یا هم نرمالیت خنثی کرده، میزان اسید مصرفی توسط آمونیاک مشخص می گردد. هر میلی لیتر اسید ۰/۱ نرمال معادل با ۱/۴ میلی گرم ازت است.

۲-۲-۴- ازت محلول در آب

ازت محلول در آب پنیها مطابق با روش کجدال تعیین شدند. ۱۰ میلی لیتر آب پنی 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 به دست می آوریم.

۲-۳- سنجش پنی؛ استفاده از ارزیابهای حسی

پنی به تکه هایی در اندازه حدوداً ۳×۳×۳ بریده شده و در بشقابهایی که دارای کد هستند قرار داده شد. تکه های پنی در دمای محیط حدوداً ۲±۲۰ درجه سانتیگراد نگه داشته شد و به صورت تصادفی به ارزیابها داده شد. ارزیابی ارگانولپتیکی در طی روزهای ۳، ۱۸ و ۳۳ از دوره رسیدگی پنی به وسیله شش نفر ارزیاب از نظر عطر و

۳- نتایج و بحث

۳-۱- رطوبت

میزان رطوبت بر حسب درصد در تیمارهای مختلف پنیر سفید ایرانی در روزهای (۱، ۱۵ و ۳۰) از دوره رسیدگی در جدول ۲ نشان داده شده است. از داده‌های جدول ۲ می‌توان دریافت که تمامی تیمارها در طی دوره‌های رسیدگی یک کاهش جزئی از نظر میزان رطوبت نشان می‌دهند که این نتیجه با نتایج به دست آمده از مطالعات الی ۱ بر روی پنیر فتا^۲ و کاتسیاری^۳ بر روی پنیر فتا و فیتز جرال و بوکلی^۴ بر روی پنیر چدار^۵، مطابقت داشت. با این حال بین تیمارهای مختلف از نظر میزان رطوبت اختلاف معناداری ($p > 0.05$) مشاهده نشد.

۳-۲- درصد چربی

مقدار چربی بر حسب درصد در تیمارهای مختلف پنیر سفید ایرانی در طی روزهای (۱، ۱۵ و ۳۰) از دوره رسیدگی در جدول ۲ نشان داده شده است. از داده‌های جدول ۲ می‌توان دریافت که بین تیمارهای مختلف از نظر درصد چربی اختلاف معناداری ($p > 0.05$) مشاهده نشد که این نتیجه با نتایج به دست آمده از مطالعات Aly, (1995) و Katsiari et al., (1997) بر روی پنیر فتا و Fitzgerald and Buckley, (1985) بر روی پنیر چدار، مطابقت داشت.

۳-۳- درصد ازت محلول در آب (WSN%)

ازت محلول در آب بر حسب درصد در تیمارهای مختلف پنیر سفید ایرانی در طی روزهای (۱، ۱۵ و ۳۰) از دوره رسیدگی در جدول ۲ نشان داده شده است. از داده‌های جدول ۲ می‌توان دریافت که تمامی تیمارها در طی دوره رسیدگی یک روند افزایشی از نظر میزان ازت محلول در

آب نشان می‌دهند (جدول ۲) که این نتیجه با نتایج به دست آمده از مطالعات Aly, (1995) بر روی پنیر فتا و Rasmussen and Barbano, (1987) بر روی پنیر چدار 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 بعثت اثر بازدارندگی کمتر یون K^+ نسبت به یون Na^+ (مرتضوی و همکاران، ۱۳۷۲)، فعالیت باکتریهای استراتر و سایر میکرو ارگانیسرها 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 لخته می‌باشد^۶. همچنین وقتی که مقدار نمک پنیر کاهش می‌یابد نرخ شکسته شدن پروتئینی در پنیر دو میاطی در طی نگه داری در ۱۰ درجه سانتیگراد افزایش یافت^۷. در این مطالعه بیشترین میزان ازت محلول در آب مربوط به تیمار C می‌باشد که به دلیل میزان پتاسیم بیشتر این تیمارها می‌باشد. 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. 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.

6. salam et al., Abd El - (1981)
7. Darwish et al., 1989

1. Aly, (1995).
2. Feta
3. Katsiari et al., (1997)
4. Fitzgerald and Buckley, (1985)
5. Cheddar

جدول ۲ میزان رطوبت، چربی، ازت کل بر حسب ماده خشک و ازت محلول در آب تیمارهای مختلف در طی دوره‌های رسیدگی

دوره رسیدگی (روز)	تیمارها	درصد رطوبت	درصد چربی	درصد ازت کل بر حسب ماده خشک	درصد ازت محلول در آب
۱	A	۶۴/۱۵	۱۵/۲۵	۵/۵۴	۰/۲۸
	B	۶۴	۱۵/۲۵	۵/۵۸	۰/۲۸
	C	۶۴/۰۳	۱۵/۲۵	۵/۵۷	۰/۲۸
	D	۶۴/۰۲	۱۵	۵/۵۵	۰/۲۸
۱۵	A	۶۳/۸۳	۱۵/۲۵	۵/۵۷	۰/۲۹
	B	۶۳/۸۰	۱۵/۵۰	۵/۵۶	۰/۲۹
	C	۶۳/۷۷	۱۵/۲۵	۵/۶۴	۰/۲۹
	D	۶۳/۷۲	۱۵/۱۷	۵/۵۴	۰/۲۹
۳۰	A	۶۳/۲۰	۱۵	۵/۶۲	۰/۲۹
	B	۶۳/۱۵	۱۵/۲۵	۵/۶۶	۰/۲۹
	C	۶۳/۴۵	۱۵/۲۵	۵/۶۳	۰/۲۹
	D	۶۳/۳۱	۱۵/۵۷	۵/۶۱	۰/۲۹

۳-۴- درصد ازت کل بر حسب ماده خشک^۱

درصد ازت کل بر حسب ماده خشک تیمارهای مختلف پنی‌ر سفید ایرانی در جدول ۲ 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. (جدول ۲) این نتیجه با نتیجه به دست آمده از مطالعه Aly, (1995) بر روی پنی‌ر فتا مطابقت داشت. او نشان داد جایگزینی جزئی NaCl با KCl تأثیر معناداری ($p > 0.05$) بر روی درصد ازت کل بر حسب ماده خشک ندارد.

۳-۵- ارزیابی عطر و طعم (Flavor)

ارزیابی خصوصیت عطر و طعم در شکل ۱ نشان داده شده است و مطابق با شکل ۱ ارزیابی عطر و طعم بر مبنای امتیاز (۰-۴۰) بین تیمارهای A، B، C، D در طی روزهای ۳۳، ۱۸، ۳ از دوره رسیدگی نشان داد بین

تیمارهای فوق از نظر عطر و طعم اختلاف معنادار ($p < 0.05$) وجود داشت.

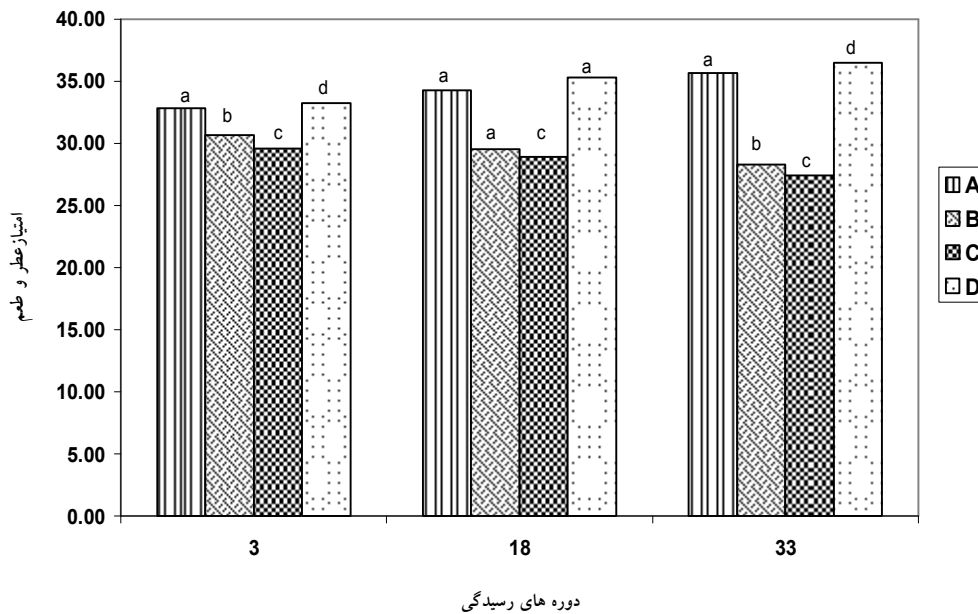
بالاترین امتیاز عطر و طعم مربوط به تیمار D (شاهد) و پایین‌ترین امتیاز طعمی مربوط به تیمار C بود، تیمار A هم از لحاظ امتیاز عطر و طعم به تیمار شاهد نزدیکتر بود ولی با تیمار شاهد اختلاف معنادار داشت. (شکل ۱) با توجه به اینکه مزه نمکها به ماهیت کاتیون و آنیون آنها بستگی دارد و با افزایش وزن مولکولی کاتیون و آنیون، نمک‌ها رو به تلخی می‌گذارند. علت اصلی اختلاف امتیازهای عطر و طعم در تیمارهای فوق غلظت متفاوت نمک کلرید پتاسیم در ترکیب با نمک کلرید سدیم می‌باشد زیرا این نمک به علت دارا بودن یون پتاسیم از تلخی ذاتی بهره می‌برد و هر قدر میزان آن زیاده‌تر باشد این تلخی 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

$$1. \left(\frac{\% \text{ Total nitrogen}}{\text{Dry matter}} \right)$$

تیمار است. نتیجه مطالعه ما با نتیجه مطالعه Katsiari et al., (1997) مطابقت نداشت آنها نشان دادند بین تیمارهای با نسبت یک به یک و سه به یک کلرید سدیم به کلرید پتاسیم پنیرفتا از لحاظ ظاهر، بافت و عطر و طعم اختلاف معناداری ($p > 0.05$) با تیمار شاهد وجود نداشت با این حال تیمار شاهد امتیاز عطر و طعم بالاتری نسبت به تیمارهای حاوی مخلوط نمکهای $\frac{NaCl}{KCl}$ می باشد.

همچنین نتیجه مطالعه ما با نتیجه مطالعه Aly, (1995) مطابقت داشت. او نشان داد پنیرفتا حاوی $1\%KCl + 1\%NaCl$ دارای امتیاز طعم و بافت نزدیک به تیمار شاهد می باشد و پنیرفتا حاوی $0.5\%NaCl + 1.5\%KCl$ دارای امتیاز طعم و بافت پایین تری از دیگر پنیرفتا هستند. بعلاوه نتیجه مطالعه ما با نتیجه مطالعه Ramadan, (1995) مطابقت داشت او نشان داد پنیرفتا حاوی نسبت یک به یک از نمک $NaCl$ به KCl امتیاز طعم و بافت پایین تری نسبت به تیمار شاهد دارند.

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 عطر و طعم مربوط به تیمار شاهد و پایین ترین امتیاز عطر و طعم مربوط به تیمار C بود طعم پنیرفتا در طی این روزها به علت رسیده تر بودن نسبت به روز سوم محسوس تر بود و از نظر ارزیابان حسی تمایز بین تیمارها ساده تر بود. تیمار A از لحاظ امتیاز عطر و طعم به تیمار D خیلی نزدیکتر بود. پس مزه فلزی ناچیز شاخص پنیرفتا حاوی نمک کلرید پتاسیم می باشد و پنیرفتایی که حاوی نمک کلرید پتاسیم کمتری هستند به علت دارا بودن مقادیر بیشتر نمک طعام ($NaCl$) از قابلیت پذیرش بالاتری برخوردار هستند. از بین تیمارهای مختلف تیمار A که از لحاظ امتیاز عطر و طعم به تیمار شاهد نزدیکتر است و دارای کیفیت عطر و طعم بهتری نسبت به تیمارهای B و C می باشد بهترین



شکل ۱ بررسی خصوصیت عطر و طعم تیمارهای مختلف در طی دوره های رسیدگی (تیمارهای مختلف با حروف لاتین متفاوت دارای اختلاف معنادار می باشد).

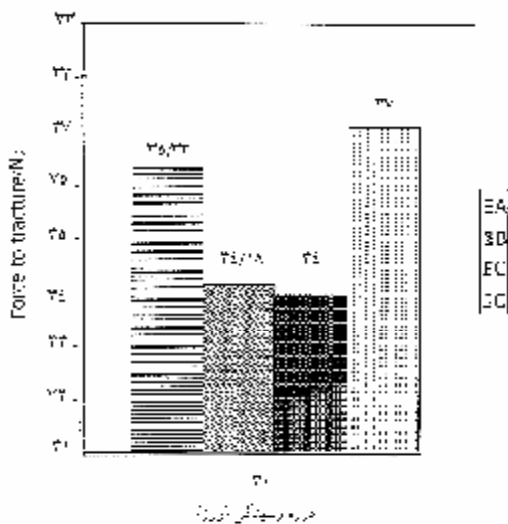
۶-۳- ارزیابی بافت و جسمیت^۱

ارزیابی خصوصیات بافت و جسمیت در شکل ۲ نشان داده شده است و مطابق با شکل ۲ ارزیابی بافت و جسمیت در طی روزهای ۳، ۱۸ و ۳۳ از دوره رسیدگی نشان داد بین تیمارهای مختلف اختلاف معنادار ($p < 0.05$)

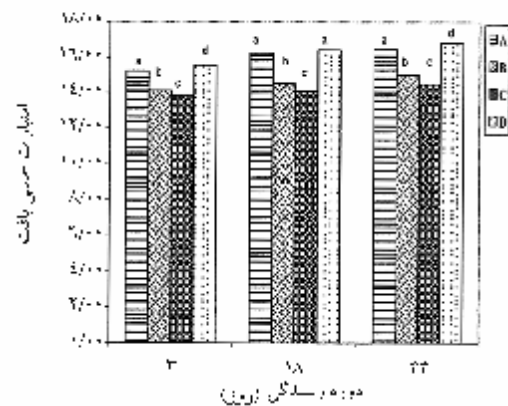
وجود دارد بالاترین امتیاز ارزیابی بافت و جسمیت مربوط به تیمار شاهد و کمترین امتیاز مربوط به تیمار C با بیشترین میزان نمک کلرید پتاسیم، می باشد. از بین تیمارهای A، B و C تیمار A بالاترین امتیاز را داشت و به تیمار شاهد نزدیکتر بود. تیمارهای حاوی نمک کلرید پتاسیم بیشتر شکننده تر، نرم تر و دارای سختی کمتری هستند^۲ نتیجه مطالعه ما با نتیجه مطالعه فیتز جرال و بوکلی^۳ مطابقت نداشت آنها نشان دادند بین تیمارهای حاوی KCl و یا مخلوط نمک $\frac{NaCl}{KCl}$ پنیر چدار با تیمار شاهد از نظر شاخصه های فیزیکی (سفتی، نرمی و سختی) اختلاف معناداری ($p > 0.05$) وجود نداشت.

۷-۳- ارزیابی بافت با استفاده از دستگاه اینسترون^۴

در این ارزیابی آزمون Force to fracture در روز سی ام از دوره رسیدگی بررسی شد. مطابق شکل ۳ تیمار D (شاهد) از نظر میزان بیشینه نیرو وارد شده به نمونه ها تا ایجاد شکنندگی 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 شکنندگی در آنها اختلاف معنادار ($p > 0.05$) نداشت. نتیجه مطالعه ما با نتیجه مطالعه (Katsiari et al., 1997) 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 میزان بیشینه نیرو تا ایجاد شکنندگی در نمونه های پنیر اختلاف معناداری ($p > 0.05$) وجود نداشت.



شکل ۳ بررسی خصوصیت Force to fracture تیمارهای مختلف بعد از صی ۳۰ روز رسیدگی



شکل ۲ بررسی خصوصیت بافت تیمارهای مختلف در طی دوره های رسیدگی (تیمارهای با حروف لاتین مشابه اختلاف معناداری ندارند).

ولی نتیجه مطالعه ما با نتیجه مطالعه Fitzgerald and Buckley, (1985) مطابقت داشت آنها نشان دادند بین پنیر

1. Body and texture

2. Katsiari et al., 1997

3. Fitzgerald and Buckley, (1985)

4. Instron

تولیدی می‌شود.

۶- تشکر و قدردانی

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

۷- منابع

- [1] 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. Egypt. Journal of Dairy Science. 9: 151-157.
- [2] Aly, M. E. (1995). An attempt for producing low-sodium Feta-type cheese. Journal of Food Chemistry. 52: 295-299.
- [3] Anonymous. (1981). Dietary factors and blood pressure. Dairy Council Digest. 52: 25-30.
- [4] Binker, E. F., and O. E. Kolari, (1975). The history and use of nitrate and nitrite in the curing of the meat. Food Cosmet. Toxicol. 13: 655-661.
- [5] Braveri, R. E. (1983). Techniques for sodium reduction and salt substitution in commercial processing. Activities Report of the R&D Associates. 35: 79-86.
- [6] Creamer, L. K., and N. F. Olson, (1982). Rheological evaluation of maturing Cheddar cheese. Journal of Food Science. 47: 631-636, 646.
- [7] 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. Egypt. Journal of Dairy Science. 17: 45-52.

چدار حاوی نسبت یک به یک از مخلوط نمک از نظر شاخصه‌های 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 می‌یابد که احتمالاً ناشی از پروتئولیز - α s1 کازئین عمدتاً توسط کوآگولاتهای باقیمانده می‌باشد^۱.

۸- نتیجه‌گیری

پنیر سفید ایرانی با کیفیت قابل پذیرش بالا با استفاده از نسبت (وزنی) ۱:۱ مخلوط نمک‌های NaCl و KCl به جای استفاده از نمک NaCl به تنهایی تولید شد. این پنیر در هیچ جنبه‌ای به استثنای ارزیابی عطر و طعم اختلاف معناداری در ($p > 0.05$) با تیمار شاهد نداشت اما حدوداً ۵۰٪ سدیم کمتری نسبت به تیمار شاهد داشت و نسبت $\frac{Na}{K}$ پنیر نمک زنی شده با مخلوط $\frac{NaCl}{KCl}$ ۱:۱ با مقادیر توصیه شده توسط متخصصین تغذیه نزدیک بود.

۵- توصیه و پیشنهاد

در جهت تولید پنیر فتا با مقدار سدیم کم پیشنهادهایی به شرح زیر ارائه می‌گردد:

- کاهش مقدار سدیم در فرمولاسیون؛
- جایگزینی قسمتی یا کامل نمک طعام NaCl با دیگر نمکها مانند کلرید منیزیم $MgCl_2$ و کلرید کلسیم $CaCl_2$ ؛
- کاهش مقدار سدیم با استفاده از عصاره مخمری اتولیز شده تشدیدکننده عطر و طعم؛
- استفاده از روشهای فرایالایش اولترافیلتراسیون (UF) و اسمز معکوس (RO) برای تولید رتنتیتی که اضافه کردن آن به شیر پنیرسازی سبب تغییر مقدار مواد معدنی پنیر

1. Creamer and Orson, (1982)

- [8] De Jong, C., and H. T. Badings, (1990). Determination of free fatty acids in milk and cheese: Procedures for extraction, clean up, and capillary gas chromatographic analysis. *Journal of High Resolution Chromatography*. 13: 94-98.
- [9] Efthymiou, C. (1967). Major free fatty acids of Feta cheese. *Journal of Dairy Science*. 50: 20-24.
- [10] El-Neshawy, A. A., S. M. Farahat, and H. A. Whaban, (1988). Production of soft cheese with low fat and salt contents. *Food Chemistry*. 28, 219-24.
- [11] Fitzgerald, E. and J. Buckley, (1985). Effect of total and partial substitution of sodium chloride on the quality of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*. 68:3127-3134.
- [12] Fregly, M. J. (1981). Sodium and potassium. *Ann. Rev. Nutr.* 1: 69-93.
- [13] Haddy, F. J. (1991). Roles of sodium, potassium, calcium, natriuretic factors in hypertension. *Hypertension*. 18: 179-183.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] Lemann Jr. J., J. A. Pleuss, R. W. Gray, and R. G. Hoffmann, (1993). Potassium causes calcium retention in healthy adults. *Journal of Nutrition*. 123: 1623-1626.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] Olson, N. F. (1982). Effects of sodium reduction on natural cheeses. *Dairy Field*. 165: 48-78.
- [20] Olsan, N. F. (1982)b. Salt effects cheese characteristics. *Dairy Field*. 165: 72-74.
- [21] Olsan, N. F. (1982)c. Salt in moisture phase of cheese controls cheese quality. *Dairy Field*. 164: 85-86.
- [22] 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.
- [23] 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.).
- [24] Reddy, K. A., and E. H. Marth, (1993). Lipolysis in Cheddar cheese made with sodiumchloride, potassiumchlorideormixtures of sodium and potassium chloride. *Milkchwissenschaft*. 48: 488-493.
- [25] Reddy, K. A., and E. H. Marth, (1991). Reducing the sodium content of foods: A review. *Journal. Of Food Protection*. 54: 138-150.
- [26] Woodin, G.B. (1981). Salt maintains essential role as excess use is criticized. *Food Development*. 15: 38-41.
- [27] Vafopoulou, A., E. Alichanidis, and G. Zerfiridis, (1989). Accelerated ripening of Feta cheese, with heat-shocked cultures of microbial proteinase. *Journal. of Dairy Research*. 56: 285-296.

The Effects of Partial Substitution of NaCl by KCl on Physico-chemical, Sensory, Rheological Properties of Iranian White Cheese

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

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

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

The Effects of Partial Substitution of NaCl by KCl on Physicochemical, Sensory, Rheological Properties of Iranian White Cheese.

Four trails of different mixture of Iranian white cheese with the ratios of NaCl/KCl: 1.50% NaCl+ 1.50%KCl, A; 1.00% NaCl+ 2.00% KCl, B; 0.75% NaCl + 2.25% KCl, C; and D as a control with 3.00% NaCl were treated by dry salting to produce low salt cheese. The quality properties such as composition (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 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 treatments A and D.

Keywords : Physicochemical, Sensory properties, Rheological properties, Flavor and body texture.

* Corresponding author Email: Mousavi@ut.ac.ir