

## بررسی خصوصیات عملکردی پنیرهای پیتزای موزارلا و پروسس در طول دوره نگهداری

سید مهدی عرفانی جوانفکر<sup>۱</sup>، محمدباقر حبیبی نجفی<sup>۲\*</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی

۲- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۱ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۲/۰۲)

### چکیده

با افزایش تولید و مصرف پنیر پیتزا، تعیین روند تغییرات خصوصیات عملکردی این محصول جهت کنترل کیفیت آن بسیار حائز اهمیت شده است. در این پژوهش سه نمونه تجاری پنیر پیتزای پروسس و یک نمونه تجاری پنیر موزارلا کم رطوبت تهیه شده از کارخانجات لبنی مستقر در استان خراسان رضوی به همراه یک نمونه پنیر پیتزای پروسس تهیه شده در آزمایشگاه مطابق با فرمولی که قبلاً بهینه یابی شده بود، در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  و در بسته بندی های تحت خلاء طی یک دوره ۱ بیست و هشت روزه نگهداری شدند و در زمان های ۰، ۱۴ و ۲۸ روز پس از تولید خصوصیات عملکردی آنها شامل میزان کشش پذیری و حداکثر نیروی لازم برای کشش، پس دادن روغن و قابلیت ذوب به ترتیب توسط روشهای دستگاهی و تکنیک پردازش تصویر اندازه گیری و آنالیز شد. بررسی های آماری نشان داد که به طور کلی زمان نگهداری اثر معنی داری ( $p \leq 0/05$ ) بر تمام خصوصیات اندازه گیری شده داشت، به طوری که طول کش و مقاومت به کشش نمونه های پنیر پیتزای پروسس و موزارلا در طول دوره نگهداری روند کاهشی معنی داری ( $p \leq 0/05$ ) داشتند و در مورد قابلیت ذوب و پس دادن روغن روند افزایشی معنی داری ( $p \leq 0/05$ ) مشاهده شد. هیچ کدام از خصوصیات مورد بررسی در پایان دوره نگهداری از حدود استاندارد و قابل پذیرش خارج نشدند. لذا چنین نتیجه گیری می شود که با نگهداری پنیر پیتزا در یخچال می توان محصول را از صدمات ناشی از انجماد و خروج از انجماد محافظت کرد و تا انتهای زمان نگهداری محصولی با کیفیت داشت و با توجه به مشاهده روندهای منطقی در خصوصیات عملکردی نمونه های پنیر پیتزای اندازه گیری شده توسط دستگاه سنجش بافت و تکنیک پردازش تصویر طی زمان نگهداری، می توان کارایی این روش ها را در سنجش خصوصیات مذکور تایید کرد.

**کلید واژگان:** پنیر پیتزا، خصوصیات عملکردی، کشش، قابلیت ذوب، پس دادن روغن

\* مسئول مکاتبات: habibi@um.ac.ir

## ۱- مقدمه

در بین پنیرهای شاخه ی پاستافایلا، پنیر پیتزا به عنوان گونه ی غالب شناخته می شود و طی ۲۰ سال گذشته همزمان با فراگیر شدن مصرف پیتزا شاهد رشد چشمگیری در تولید پنیر پیتزا در جهان بوده ایم به طوری که در حال حاضر برخی واحدهای صنعتی تولید کننده پنیر پیتزا با ظرفیتی بالغ بر ۱۰۰ تن در روز در حال فعالیت می باشند [۱]، لذا در شرایط کنونی کنترل کیفیت این محصول توسط مراجع ذیصلاح بسیار اهمیت پیدا کرده است. خواص رئولوژیکی از جمله قابلیت ذوب و قابلیت کشش، کیفیت این محصول را تعیین می کنند [۳،۲]. عوامل مختلف فرمولی و فرآیندی بر این خواص اثر می گذارند. در تحقیقی که به بررسی ویژگی های پنیر موزارلای کم رطوبت تهیه شده از شیر بز، گاو و گوسفند پرداخته بود، نتایج نشان داد که اثر نوع شیر بر گسترش اسید و تغییرات pH در طول دوره ی نگهداری معنی دار نیست اما نوع شیر اثر معنی داری بر رطوبت، چربی و پروتئین پنیر موزارلای تولیدی داشته است [۴]. آندرتا و همکاران (۲۰۰۹) در نتایج تحقیق خود اعلام کردند در صورت بالا بودن شمار سلول های سوماتیک شیر مورد استفاده جهت تولید پنیر موزارلا قابلیت ذوب به طور معنی داری افزایش پیدا می کند [۵]. در تحقیقی که توسط آنبوکاراسی و همکاران (۲۰۱۳) انجام شد با استفاده از ترکیب سویه گالاتوز مثبت /ستریتوکوکوس ترموفیلوس به همراه سویه ی گالاتوز مثبت لاکتوباسیلوس هلویتیکوس و سویه گالاتوز منفی لاکتوباسیلوس بولگاریکوس در تهیه پنیر موزارلا نسبت به استفاده از سویه های گالاتوز منفی به تنهایی، شاهد کاهش معنی داری در میزان قهوه ای شدن پنیر پیتزا پس از پخت توسط رنگ سنج هانتربل بودند [۶]. ویسر (۱۹۹۱)؛ لاورنس و همکاران (۱۹۸۷)؛ نوئل و لفییر (۱۹۹۱) اعلام کردند که تغییر pH به طور عمیقی بر خواص رفتاری پنیر اثر می گذارد به طوری که تغییرات اساسی خصوصیات پنیر با کاهش pH از ۴/۵ به ۴/۹ اتفاق می افتد [۷،۸،۹].

تولید پنیر پیتزا به روش های مختلفی امکان پذیر است. مهمترین روش تولید این محصول در دنیا روش لاکتیکی می باشد؛ علاوه بر این به روش سیتریکی و روش «مخلوط چند پنیر» نیز تولید می شود، روش اخیر متداولترین روش

تولید پنیر پیتزا در ایران است [۱۰]. حاجی محمدی و همکاران (۱۳۸۸) با انجام یک کار تحقیقاتی اقدام به بهینه سازی فرمولاسیون پنیر پیتزای پروسس با تاکید بر خواص رئولوژیکی از قبیل میزان پس دادن روغن، قابلیت ذوب و میزان کشش پذیری پنیر از طریق طرح مخلوط محدود نمودند که نتیجه این کار پژوهشی یک فرمول بهینه یابی شده پنیر پیتزای پروسس بود [۱۰].

هدف از پژوهش حاضر، بررسی خصوصیات عملکردی نمونه های پنیر پیتزای موزارلا و پروسس شامل طول کش، مقاومت به کشش، پس دادن روغن و قابلیت ذوب توسط روشهای دستگاهی و تکنیک پردازش تصویر در طول دوره ی ۲۸ روزه نگهداری در دمای ۴°C می باشد که با استفاده از آن امکان نگهداری پنیر پیتزای پروسس و موزارلا در دمای ۴°C بررسی می شود و به اثبات کارایی روشهای دستگاهی سنجش خصوصیات پنیر پیتزا نیز می پردازیم.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد اولیه

مواد اولیه مورد استفاده در این پژوهش عبارت بود از: پنیر اولیه و خامه ۶۰ درصد (شرکت فرآورده های لبنی سپیدان شیر فریمان)، پنیر سفید (شرکت فرآورده های لبنی فجر شاهرود)، تری سدیم سیترات (Dalian Chem Imp. & Exp. Group Co., Ltd)، کره نیوزلندی NZMP، سه نمونه تجاری پنیر پیتزای پروسس و یک نمونه تجاری پنیر پیتزای موزارلای منجمد نشده تهیه شده از شرکت های فرآورده های لبنی سپیدان شیر فریمان، بینالود نیشابور و شیرآوران در استان خراسان رضوی

### ۲-۲- تولید آزمایشگاهی پنیر پیتزای پروسس

در این پژوهش یک نمونه پنیر پیتزای پروسس مطابق فرمول بهینه یابی شده ی حاجی محمدی و همکاران (۱۳۸۸) شامل ۹۰ درصد فرمول پایه (خامه و پنیر اولیه به نسبت ۸ به ۱۷) و ۸/۶ درصد پنیر سفید و ۱/۴ درصد تری سدیم سیترات با استفاده از یک دیگ پخت آزمایشگاهی به ظرفیت ۱/۵ کیلوگرم و توان ۱۸۰ وات با سرعت تیغه ۳۵ دور بر دقیقه و در دمای ۷۰°C مشابه شرایط تولید صنعتی پنیر پیتزای پروسس و مطابق برنامه زمانی زیر تولید گردید. در فرمول پایه جهت ایجاد

1. Cheese Blend

## ۲-۴- اندازه گیری خصوصیات فیزیکی و

### شیمیایی

اندازه‌گیری pH، چربی، ماده خشک، پروتئین و نمک به ترتیب بر اساس استاندارد های ملی ایران به شماره های ۲۸۵۲، ۷۶۰، ۱۷۵۳، ۱۸۱۱، ۱۸۰۹ انجام شد [۱۱-۱۵].

## ۲-۵- اندازه‌گیری قابلیت ذوب و پس دادن

### روغن

در این پژوهش از روش اصلاح شده آزمون شرابیر<sup>۲</sup> با کمک فناوری پردازش تصویر استفاده شد. ورقه های پنیر تهیه شده از قبل، با ضخامت ۱۰ میلی متر از یخچال خارج و با کمک حلقه‌ای به قطر تقریبی ۲۲ میلی‌متر قطعات پنیر از میان ورق پنیر پیتزا جدا و در مرکز پلیت شیشه‌ای دارای کاغذ صافی (Schleicher & Schuell) گذاشته شد، سپس درپوش شیشه‌ای بر روی آن قرار گرفت و پلیت ها به مدت ۱۵ دقیقه در آن مجهز به سیستم گردش هوای اجباری (فن آزما گستر) با دمای °C ۹۰ حرارت دیدند و پس از خروج از آن درب شیشه ای پلیت برداشته شد و نمونه به مدت ۵ دقیقه در دمای محیط خنک شد. عکس برداری از نمونه ها قبل و بعد از حرارت دهی در آن، در یک اتاقک نورپردازی به رنگ سفید با ابعاد ۵۰×۵۰×۱۰۰ سانتی‌متر، با سیستم نور پردازی از پشت<sup>۳</sup> توسط سه عدد لامپ فلورسنت ۱۰ وات و توسط یک دوربین دیجیتال (Canon -PowerShot SX130 IS) قرار گرفته بر روی یک پایه در فاصله ۱۸ سانتی متری از نمونه ها انجام شد. تصاویر گرفته شده از طریق یک درگاه USB به کامپیوتر منتقل شد و جهت آنالیز بعدی به فرمت JPG ذخیره شد. تصویر نمونه پنیر از زمینه عکس با کمک نرم‌افزار Adobe Photoshop CS5 ME نسخه ۱۲٫۰ جدا شد. سپس عملیات آستانه‌یابی<sup>۴</sup> و تعیین مساحت نمونه با استفاده از نرم‌افزار ImageJ نسخه ۱٫۴٫۳٫۶۷ انجام شد.

## ۲-۵-۱- محاسبه ی درجه ذوب

خصوصیت ذوبی پنیر پیتزا با «درجه ذوب»<sup>۵</sup> تعیین می شود. برای اندازه‌گیری درجه ذوب، سطح ورقه‌های پنیر از تصاویر

عطرو طعم و رنگ مناسب پنیر پیتزا از خامه و کره به نسبت ۱ به ۱ استفاده شد [۱۰].

**Table 1** Stages of mixing and producing Pizza Processed Cheese

| Stage | explanation                         | Time (min) |
|-------|-------------------------------------|------------|
| 1     | Adding Base cheese                  | 0          |
| 2     | Adding 1/2 Cream and Na citrate     | 5          |
| 3     | Adding White cheese                 | 10         |
| 4     | Adding rest of Cream and Na citrate | 15         |
| 5     | Filling in 1.5 kg mould             | 40         |
| 6     | Transferring to refrigerator        | 90         |

## ۲-۳- آماده سازی نمونه ها و برنامه انجام کار

نمونه ی پنیر پیتزای پروسس تهیه شده در آزمایشگاه (نمونه ۴) به همراه ۳ نمونه ی تجاری پنیر پیتزای پروسس (نمونه های ۱، ۲، ۵) و یک نمونه تجاری پنیر موزارلا کم رطوبت (نمونه ۳) بلافاصله پس از تولید تا دمای °C ۴ سرد شدند و به جهت سپری شدن تغییرات پس از تولید به مدت ۴۸ ساعت در یخچالی با دمای °C ۴ نگهداری شدند. سپس از کلیه فرمول‌ها ورقه‌ای به ضخامت ۱۰ میلی‌متر با استفاده از دستگاه ورقه‌زن (NOAW, Italy) تهیه شد و در بسته های پلاستیکی مخصوص توسط دستگاه بسته بندی HENKELMAN، تحت خلاء ۶۵ درصد بسته بندی و به یخچالی با دمای °C ۴ منتقل شدند. آزمون های شیمیایی مانند اندازه گیری چربی، ماده خشک، پروتئین و نمک در مورد هر نمونه فقط یکبار صورت گرفت. آزمون های اندازه گیری قابلیت ذوب، پس دادن روغن و کشش پذیری پنیر پیتزا در زمان های صفر، چهارده و بیست و هشت روز پس از تولید انجام گرفت. زمان صفر انجام آزمایشات ۴۸ ساعت پس از تولید در نظر گرفته شد.

2. Schreiber test  
3. Back Lighting  
4. Thresholding  
5. Melting Degree

کف بشر در نمونه فرو رفت. سپس بشر به میزان ۹۰ درجه چرخانده شد. پس از ۲ دقیقه از زمان ورود پروب به داخل نمونه، دکمه آغاز به کار دستگاه زده شد و آزمون کشش در دمای محیط آزمایشگاه (۲۵ °C) انجام گرفت. برای هر نمونه سه تکرار در نظر گرفته شد.

#### ۲-۶-۱- تعیین خصوصیات کشش پذیری

در نمودار زمان-نیرو فرآیند کشش که توسط نرم افزار نصب شده بر روی کامپیوتر متصل به دستگاه سنجش بافت بدست می آید، زمانی که نمودار به صورت خطی راست در می آید، به عنوان حداکثر طول کش پنیر (بر حسب سانتی متر) شناخته شده و از نمودار استخراج می شود. حداکثر نیروی لازم برای کشش که در برخی از منابع از آن به عنوان راحتی کشش<sup>۸</sup> (بر حسب نیوتون) تعبیر می شود نقطه ای است که در آن نمودار به بیشترین ارتفاع خود می رسد.

#### ۲-۷- طرح آزمایشی و تحلیل آماری

در این پژوهش تغییرات ویژگی های مورد بررسی چهار نمونه تجاری پنیر پیتزا به همراه یک نمونه تولیدی در آزمایشگاه با دو تکرار در فرمول و سه تکرار برای هر آزمون در طول دوره ۲۸ روزه نگهداری در دمای ۴ °C در بسته بندی های تحت خلاء بررسی شد. طرح آماری مورد استفاده در این پژوهش، آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی می باشد. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین ها نیز بر اساس آزمون بونفرونی<sup>۹</sup> در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $p \leq 0.05$ ) و همبستگی بین متغیرها با استفاده از نرم افزار Minitab 16.2 بررسی شد. جهت رسم نمودارها و مرتب کردن داده ها از نرم افزار Excel 2010 استفاده شد.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- خصوصیات شیمیایی

ترکیب شیمیایی مواد اولیه در جدول ۲ و ترکیب شیمیایی نمونه های مورد بررسی در جدول ۳ آمده است. با توجه به جدول ۳، بین نمونه های مورد بررسی کمترین و بیشترین pH به ترتیب مربوط به نمونه های شماره ۳ و ۴ می باشد. در نمونه های مورد بررسی بین pH نمونه های شماره ۲ و ۳ تفاوت معنی داری ( $p \leq 0.05$ ) مشاهده نمی شود.

گرفته شده استخراج گردید و درجه ذوب به صورت نسبت سطح قبل و بعد از پخت محاسبه شد [۱۶]:

$$MD_f = (A_f / A_0) \times 100 \quad (1)$$

که  $MD_f$  و  $A_f$  به ترتیب عبارتند از درجه ذوب (درصد) و سطح ( $mm^2$ ) پنیر در انتهای آزمون ذوب و  $A_0$  سطح اولیه نمونه ( $mm^2$ ) می باشد.

#### ۲-۵-۲- محاسبه ی درصد سطح روغنی شده

از «درصد سطح روغنی شده»<sup>۶</sup> برای تعیین خصوصیت پس دادن روغن پنیر پیتزا استفاده می شود. درصد سطح روغنی شده به صورت درصد نسبت کل سطح روغنی شده پس از آزمون حرارت دهی به سطح اولیه قطعه پنیر پیش از حرارت دهی محاسبه شد [۱۷]:

$$POA = (A_f / A_0) \times 100 \quad (2)$$

در این معادله  $A_0$  و  $A_f$  به ترتیب مساحت نمونه پنیر ( $mm^2$ ) پیش از ذوب و مساحت سطح روغنی شده کاغذ صافی ( $mm^2$ ) در انتهای آزمون ذوب می باشد.

#### ۲-۶- اندازه گیری کشش پذیری به روش

##### آزمون کشش عمودی توسط پروب تی بار

در این آزمون از روش آزمون کشش عمودی توسط پروب تی بار با کمی اصلاحات استفاده شد [۱۸]. جهت سنجش پارامترهای کشش پذیری در این آزمون از دستگاه سنجش بافت<sup>۷</sup> (Lloyd Instruments an Ametek ) با پروب فولادی (Company. UK, model TA Plus) با پروب فولادی تی باری به قطر ۳۰ میلی متر و سرعت حرکت ۵۰۰ میلی متر بر دقیقه و لود سل ۵ نیوتونی و نرم افزار (NEXYGENPlus texture analysis software) نصب شده بر روی کامپیوتر متصل به دستگاه سنجش بافت استفاده شد. ۳۰ گرم پنیر رنده شده به یک بشر ۱۰۰ میلی لیتری منتقل شد، درب بشر توسط یک فویل آلومینیومی ضخیم پوشانده شد و بشر به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب (ساخت شرکت تولید تجهیزات پزشکی و آزمایشگاهی دنا)  $80^\circ C$  قرار داده شد. نمونه ذوب شده از داخل حمام آب خارج گردید و بلافاصله درپوش آلومینیومی آن برداشته شد و زیر دستگاه سنجش بافت قرار گرفت و پروب تا فاصله نیم سانتی متری از

8. Ease of stretch

9. Bonferroni

6. Percentage Oil Area (POA)

7. Texture Analyser

**Table 2** Chemical properties of raw materials

|              | pH   | Fat (%) | Moisture (%) | Protein (%) | Salt (%) |
|--------------|------|---------|--------------|-------------|----------|
| Base Cheese  | 5.25 | 0.5     | 57.11        | 36.78       | 0        |
| White Cheese | 4.23 | 20      | 60.23        | 18.56       | 4        |
| Cream        | --   | 60      | --           | ---         | --       |

بین نمونه های مورد بررسی بیشترین میزان نمک مربوط به نمونه شماره پنج با مقدار ۰/۸۷ درصد و کمترین میزان نمک مربوط به نمونه شماره یک با مقدار ۰/۲۳ درصد (نمونه های تجاری پنیر پیتزا پروسس) می باشد.

### ۲-۳- بررسی ویژگی های عملکردی پنیر پیتزا

#### در طول دوره نگهداری

#### ۱-۲-۳- درجه ذوب

در بررسی اثر متقابل زمان نگهداری و نوع پنیر پیتزا بر درجه ذوب همانطور که در جدول ۴ مشاهده می شود، تنها درجه ذوب نمونه های ۱ و ۳ طی دوهفته اول نگهداری به طور معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) افزایش یافته است و با توجه به شکل ۱ بیشترین تغییرات درجه ذوب نیز مربوط به نمونه ۳ بود. در مورد سایر نمونه ها تفاوت معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) در درجه ذوبشان طی مدت نگهداری مشاهده نمی شود. در تحقیق مشابهی فایف و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که طی زمان بیست و هشت روزه نگهداری پنیرهای کم چرب، قابلیت ذوب آنها فقط به میزان کمی افزایش یافت [۱۹].

از لحاظ محتوای رطوبت اختلاف معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) بین نمونه ها وجود ندارد. کمترین و بیشترین مقدار چربی به ترتیب به نمونه های شماره یک با ۱۶/۵ درصد و سه با ۲۱ درصد تعلق دارد.

**Table 3** Chemical properties of experimental samples

| sample | pH                | Moisture (%)       | Fat (%)             | Protein (%)       | Salt (%)          |
|--------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| 1      | 5.6 <sup>c</sup>  | 50 <sup>a</sup>    | 16.5 <sup>c</sup>   | 26.5 <sup>a</sup> | 0.23 <sup>d</sup> |
| 2      | 5.5 <sup>d</sup>  | 52.6 <sup>a</sup>  | 18 <sup>bc</sup>    | 28 <sup>a</sup>   | 0.5 <sup>c</sup>  |
| 3      | 5.49 <sup>d</sup> | 50 <sup>a</sup>    | 21 <sup>a</sup>     | 21 <sup>bc</sup>  | 0.82 <sup>a</sup> |
| 4      | 5.81 <sup>a</sup> | 48.7 <sup>a</sup>  | 20 <sup>ab</sup>    | 23 <sup>b</sup>   | 0.6 <sup>b</sup>  |
| 5      | 5.67 <sup>b</sup> | 50.71 <sup>a</sup> | 19.82 <sup>ab</sup> | 20.7 <sup>c</sup> | 0.87 <sup>a</sup> |

Different letters within the column indicate significant difference  $P \leq 0.05$  (Comparison of means by Bonferroni's method with  $\alpha = 0.05$ ).

بین نمونه های مورد بررسی بیشترین و کمترین میزان پروتئین به ترتیب مربوط به نمونه های شماره یک و پنج می باشد. در مجموع از نظر محتوای پروتئین، پنیر موزارلا نسبت به انواع پروسس نسبتاً پایین تر می باشد

**Table 4** Textural properties of pizza cheese samples during storage

| Melting Degree (%)        |                           |                            | Time (day)/<br>sample |
|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 28                        | 14                        | 0                          |                       |
| 258.5±12.7 <sup>ab</sup>  | 244.6±2.2 <sup>abc</sup>  | 202.3±7.2 <sup>ef</sup>    | 1                     |
| 210.9±5.8 <sup>cdef</sup> | 204.7±11.7 <sup>def</sup> | 179.5±10.8 <sup>f</sup>    | 2                     |
| 255±3.2 <sup>ab</sup>     | 225.4±3.4 <sup>bcde</sup> | 175.8±15.9 <sup>f</sup>    | 3                     |
| 263.8±12 <sup>a</sup>     | 254.8±7.5 <sup>ab</sup>   | 242.4±8.6 <sup>abcd</sup>  | 4                     |
| 252.2±5.7 <sup>ab</sup>   | 245.1±1.9 <sup>abc</sup>  | 228.8±3.1 <sup>abcde</sup> | 5                     |

Different letters within the column indicate significant difference  $P \leq 0.05$  (Comparison of means by Bonferroni's method with  $\alpha = 0.05$ ).

ماتریکس پروتئین ها کاهش می یابد در نتیجه میزان ذوب شوندگی پنیر پیتزا افزایش پیدا میکند [۲۰]. بالاترین درجه ذوب در ابتدا و انتهای دوران نگهداری مربوط به نمونه ۴ با ۱/۴ درصد تری سدیم سترات در فرمول می

طی مدت نگهداری پنیر پیتزا، پروتئین ها از اطراف خود آب پنیر را جذب می کنند و با انتقال آب از کانال های چربی-آب پنیر به ماتریکس پروتئین، برهم کش های هیدروفوبیک داخل

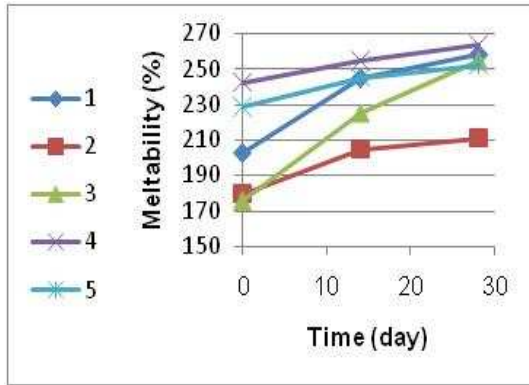


Fig1 Meltability of cheese samples during storage

باشد، به این دلیل که بر اساس نتایج پژوهش انجام شده توسط میزنو و لوسی (۲۰۰۵)، با افزایش غلظت تری سدیم سیترات، قابلیت ذوب نیز افزایش می یابد [۲۱].

### ۳-۲-۲- پس دادن روغن

طبق نتایج، زمان نگهداری به طور کلی به صورت معنی (۰/۰۵)  $p \leq$  داری موجب افزایش پس دادن روغن در پنیر پیتزا می شود، کیلی و همکاران (۱۹۹۳) نیز افزایش تشکیل روغن آزاد در پنیر پیتزا پس از ۲۱ روز نگهداری را گزارش کردند که دلیل آنرا شکستن اجزای سازنده ی کازئین بیان کردند [۲۲].

Table 5 Oiling off of mozzarella and processed pizza cheese samples during storage

|   | Percentage Oil Area (POA) (%) |                          |                            | Time (day)/ sample |
|---|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|
|   | 28                            | 14                       | 0                          |                    |
| 1 | 429.4±14.8 <sup>a</sup>       | 390±19.7 <sup>abc</sup>  | 346.9±16.3 <sup>abcd</sup> | 1                  |
| 2 | 257±9.7 <sup>de</sup>         | 249.5±7.6 <sup>de</sup>  | 213.1±22.8 <sup>e</sup>    | 2                  |
| 3 | 413.1±1.9 <sup>ab</sup>       | 328±12.8 <sup>bcd</sup>  | 260.2±64.8 <sup>de</sup>   | 3                  |
| 4 | 430.3±14.8 <sup>a</sup>       | 407.5±17.5 <sup>ab</sup> | 336.8±22.4 <sup>abcd</sup> | 4                  |
| 5 | 297±15.2 <sup>cde</sup>       | 279.1±0.4 <sup>de</sup>  | 262.3±17.6 <sup>de</sup>   | 5                  |

Different letters within the column indicate significant difference  $P \leq 0.05$  (Comparison of means by Bonferroni's method with  $\alpha = 0.05$ ).

کیندست و همکاران (۱۹۹۲) در تحقیقات خود اعلام کردند که حضور نمک در غلظتهای کم در پنیرهای موزارلا می تواند به بهبود تشکیل روغن آزاد کمک کند [۲۳]. با توجه به اینکه نمونه شماره دو کمترین میزان محتوای نمک و چربی را دارد، کمترین میزان روغن پس داده را در طول نگهداری نیز از خود نشان داده است.

### ۳-۲-۳- کشش پذیری

#### ۳-۲-۳-۱- طول کش پنیر

زمان نگهداری به طور کلی به صورت معنی داری (۰/۰۵)  $p \leq$  موجب کاهش طول کش در پنیر پیتزا می شود. لارنس و همکاران (۱۹۸۷) کشش پذیری پنیر پیتزا را مربوط به غلظت بالای کازئین دست نخورده و غلظت بحرانی کلسیم و فسفات می دانند [۲۳]، لذا در اثر نگهداری نمونه ها و گسترش پروتئولیز طول کش کاهش می یابد.

در بررسی اثر متقابل نوع پنیر پیتزا با زمان نگهداری بر میزان روغن پس داده شده بر اساس جدول ۵ تنها نمونه پنیر پیتزا موزارلا (نمونه ۳) طی زمان نگهداری افزایش معنی داری در میزان روغن پس داده شده داشته است و در نمونه های پنیر پیتزای پروسس اختلاف معنی داری در میزان روغن پس داده شده طی زمان نگهداری مشاهده نشده است.

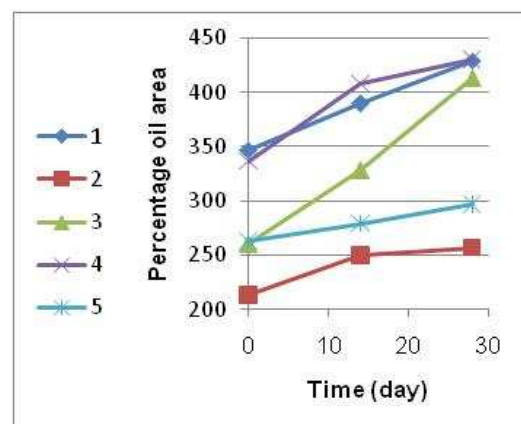


Fig 2 Oiling off of cheese samples during storage

**Table 6** Stretch length of mozzarella and processed pizza cheese samples during storage

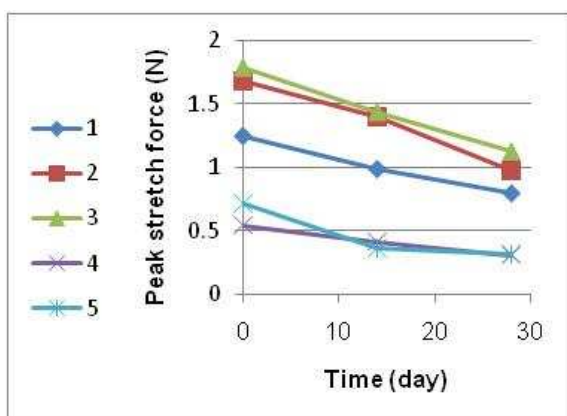
| stretch length(cm)                     |  |                             | Time (day)/ sample |
|--|--|-----------------------------|--------------------|
| 28                                     | 14                                     | 0                           |                    |
| 41.33±0.99 <sup>ab</sup>               | 45.42±4.14 <sup>a</sup>                | 50±0 <sup>a</sup>           | 1                  |
| 10.58±0.79 <sup>f</sup>                | 12.5±2.32 <sup>ef</sup>                | 17.12±1.97 <sup>cdef</sup>  | 2                  |
| 24.77±3.87 <sup>bcd<sup>ef</sup></sup> | 23.65±6.75 <sup>abcd</sup>             | 42.13±6.64 <sup>ab</sup>    | 3                  |
| 14.48±4.96 <sup>def</sup>              | 24.06±3.13 <sup>bcd<sup>ef</sup></sup> | 31.81±3.82 <sup>abcde</sup> | 4                  |
| 19.57±1.1 <sup>cdef</sup>              | 35.33±5.06 <sup>abc</sup>              | 41.15±2.98 <sup>ab</sup>    | 5                  |

Different letters within the column indicate significant difference  $P \leq 0.05$  (Comparison of means by Bonferroni's method with  $\alpha = 0.05$ ).

### ۳-۲-۳-۲- حداکثر نیروی لازم برای کشش

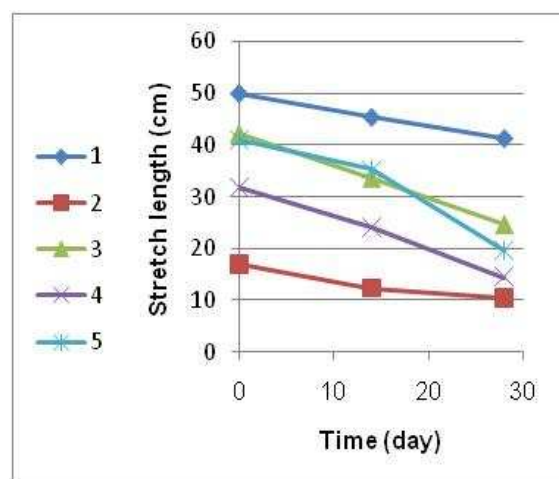
طبق نتایج، زمان نگهداری به طور کلی به صورت معنی (۰/۰۵)  $(p \leq)$  داری موجب کاهش حداکثر نیروی لازم برای کشش در پنیر پیتزا می شود که دلیل این امر گسترش پروتئولیز و در نتیجه کاهش میزان تخلخل ماتریکس کازیین می باشد [۲۶،۲۷].

در بررسی اثر متقابل نوع پنیر پیتزا با زمان نگهداری بر حداکثر نیروی لازم برای کشش مطابق جدول ۷ مشخص شد که حداکثر نیروی لازم برای کشش نمونه های ۲ و ۳ در طول زمان نگهداری به طور معنی داری کاهش یافت و در مورد سایر نمونه ها تفاوت معنی داری در حداکثر نیروی لازم برای کشش در طول زمان نگهداری مشاهده نشد.



**Fig 4** Peak stretch force of cheese samples during storage

در بررسی اثر متقابل نوع پنیر پیتزا با زمان بر طول کش، بر اساس جدول ۶، تنها نمونه ۵ در مقایسه بین طول کش ابتدا و انتهای زمان نگهداری آن تفاوت معنی داری وجود داشت و در سایر نمونه ها طول کش پنیر در طول زمان نگهداری تفاوت معنی داری نداشت. لازم به ذکر است در طول مدت نگهداری طول کش هیچ کدام از نمونه ها از حد استاندارد تعیین شده (۷۵ میلی متر) کمتر نشد [۲۵،۲۴]. نمونه ۱ در ابتدا و انتهای زمان نگهداری بالاترین طول کش را در بین نمونه های مورد بررسی داشت.



**Fig 3** Stretch length of cheese samples during storage

**Table 7** Peak stretch force of mozzarella and processed pizza cheese samples during storage

| Peak stretch force (N)      |                            |                            | Time (day)/ sample |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|
| 28                          | 14                         | 0                          |                    |
| 0.795±0.055 <sup>defg</sup> | 0.986±0.028 <sup>def</sup> | 1.249±0.106 <sup>bcd</sup> | 1                  |
| 0.972±0.287 <sup>def</sup>  | 1.398±0.117 <sup>abc</sup> | 1.687±0.22 <sup>ab</sup>   | 2                  |
| 1.123±0.096 <sup>cde</sup>  | 1.436±0.112 <sup>abc</sup> | 1.789±0.059 <sup>a</sup>   | 3                  |
| 0.310±0.053 <sup>g</sup>    | 0.412±0.043 <sup>g</sup>   | 0.543±0.103 <sup>fg</sup>  | 4                  |
| 0.314±0.085 <sup>g</sup>    | 0.366±0.107 <sup>g</sup>   | 0.713±0.139 <sup>efg</sup> | 5                  |

Different letters within the column indicate significant difference  $P \leq 0.05$  (Comparison of means by Bonferroni's method with  $\alpha = 0.05$ ).

فریمان (لبنه) که با همکاری خود امکان انجام این پژوهش را فراهم آوردند، اعلام می‌داریم.

## ۴- نتیجه گیری

براساس نتایج این پژوهش به طور کلی زمان نگهداری اثر معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) بر تمام خصوصیات اندازه گیری شده داشته است، به طوری که خصوصیات طول کش و مقاومت به کشش نمونه های پنیر پیتزا در طول دوره نگهداری روند کاهشی معنی داری داشتند اما در مورد قابلیت ذوب و پس دادن روغن روند افزایشی معنی داری مشاهده شد. با بررسی خصوصیات عملکردی پنیر پیتزا در طول ۲۸ روز نگهداری در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  مشخص گردید که هیچ کدام از خصوصیات مورد بررسی در طول مدت زمان نگهداری در مورد هیچ کدام از نمونه ها از حدود تعیین شده توسط استاندارد و از حد متوسط پذیرش خارج نشد، لذا با نگهداری پنیر پیتزا در یخچال می توان محصول را از صدمات ناشی از انجماد و خروج از انجماد محافظت کرد و تا انتهای زمان نگهداری محصولی با کیفیت داشت. با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون های کشش پذیری با استفاده از روش آزمون تی بار توسط دستگاه سنجش بافت و پس دادن روغن و ذوب پذیری با کمک تکنیک پردازش تصویر می توان نتیجه گرفت که این روشهای دستگاهی از دقت کافی جهت اندازه گیری پارامترهای مورد نظر برخوردار می باشند و خطاهای موجود در روشهای قدیمی در آنها به حداقل رسیده است.

## ۵- تشکر و قدر دانی

این پژوهش در قالب طرح شماره ۲۸۱۰۰ مصوب معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد انجام گرفته است. همچنین کمال تشکر و قدردانی از کلیه دانشجویان شرکت کننده در این پژوهش، شرکت فرآورده های لبنی سپیدان شیر

## ۶- منابع

- [1] Law, B.A., & Tamime, A.Y. 2010. *Technology of Cheesemaking*, 2nd ed. United Kingdom: A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 482 pp.
- [2] Oberg, C. J. 1991. Factor affecting stretch, melt, and cook color in mozzarella cheese. 28th Annual Marschall Italian Cheese Seminar. Madison, Wisconsin, USA, pp 89-97.
- [3] Hicsasmaz, Z., Shippelt, L., & Rizvi, S. H. 2004. Evaluation of Mozzarella Cheese Stretchability by the Ring and Ball Method. *Journal of Dairy Science*, 87, 1993-1998.
- [4] Shaker, R.R., Attlee, A., Kasi, H., Osaili, T.M., Al Nabulsi, A. & Ababneh, H.A. 2012. Comparison of the quality of low moisture mozzarella cheese made from bovine, ovine and caprine milks. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10 (2), 89-93.
- [5] Andreatta, E, Fernandes, A.M, Santos, M.V, Mussarelli, C, Marques, M.C & Oliveira, C.A.F. 2009. Composition, functional properties and sensory characteristics of Mozzarella cheese manufactured from different somatic cell counts in milk. *Brazilian Archives of Biology & Technology*, 52(5), 1235-1242
- [6] Anbukkarasi, K., UmaMaheswari, T., Hemalatha T., Dhiraj Kumar, N., Prashant, S., Rashmi, HM. & Rameshwar, S. 2013. Production of low browning Mozzarella cheese: Screening and characterization of wild galactose fermenting *Streptococcus*



- [17] Wang, H.-H., & Sun, D.-W. 2004. Evaluation of Oiling off property of cheese with computer vision: Influence of cooking conditions and sample dimensions. *Journal of Food Engineering*, 61, 57-66.
- [18] Gunasekaran, S. & Ak. M.M. 1997. Measuring physical and functional properties of cheese. National Cheese Technology Forum, Dec. 9-10, Chicago, IL.
- [19] Fife, R.L., McMahon, D.J. & Oberg. C.J. 1996. Functionality of low fat Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* 79, 1903-1910
- [20] McMahon, D.J., Fife, R.L. & Oberg, C.J. 1999. Water partitioning in Mozzarella cheese and its relationship to cheese meltability. *Journal of Dairy Science* 82, 1361-1369
- [21] Mizuno, R., & Lucey, J. A. 2005. Effect of two type of emulsifying salts on the functionality of nonfat pasta filata cheese. *Journal of Dairy Science*, 88, 3411-3425.
- [22] Kiely, L.J., P.S. Kindstedt, G.M. Hendricks, J.E. Levis, J.J Yun, and D.M. Barbano. 1993. Age related changes in the microstructure of Mozzarella cheese. *Journal of Food Structure* 12, 13-20.
- [23] Kindstedt, P.S., Kiely, L.J. & Gilmore, J.A. 1992 Variation in composition and functional properties within brine-salted Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 75, 2913-2921.
- [24] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2003. Milk and milk products - Mozzarella (Pizza cheese) - Specification and test methods. ISIRI Number 4658.
- [25] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2003. Milk and milk products - Processed cheese - Specification. ISIRI Number 4659.
- [26] Bertola, N.C., Califano, A.N., Bevilacqua, A.E., and Zartzyk, N.E. 1996. Textural changes and proteolysis of low-moisture Mozzarella cheese frozen under various conditions. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* 29, 470-474.
- [27] Tunick, M.H., Mackey, K. L., Shieh, James J., Smith, P. W., Cooke, P., and Malin, E. L. 1993. Rheology and microstructure of low-fat Mozzarella cheese. *International Dairy Journal* 3, 649-662.
- thermophilus* strains. *International Journal of Advanced Research* 1(5), 83-96
- [7] Visser, J. 1991. Factors affecting the rheological and fracture properties of hard and semihard cheese, In Rheological and Fracture Properties of Cheese, IDF Bulletin No. 268, 49-61. Brussels: International Dairy Federation.
- [8] Lawrence, R.C., Creamer, L.K. & Gilles, J. 1987. Texture development during cheese ripening. *Journal of Dairy Science* 70, 1748-1760
- [9] Noel, Y. & Lefier, D. 1991. Factors affecting the consistency of ripened soft and semi-soft cheese, in Rheological and Fracture Properties of Cheese, IDF Bulletin No. 268. 44-48. Brussels: International Dairy Federation.
- [10] HajiMohammadi Farimani, R., 2008. Optimization of Pizza Processed Cheese Formulation, M.S. thesis in food science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad., Iran, 112 pages
- [11] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2002. Cheese and Processed cheese - Determination of total solids content (reference method). Test method. ISIRI Number 1753.
- [12] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2006. Milk and milk products - Determination of titrable acidity and pH value - Test method. ISIRI Number 2852.
- [13] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 1977. Determination of chloride content (reference method). ISIRI Number 1809.
- [14] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Determination of fat content of cheese and Processed Cheese. ISIRI Number 760.
- [15] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 1998. Determination of the protein Content of Processed Cheese. ISIRI Number 1811.
- [16] Wang, H.-H. & Sun, D.-W. 2002. Melting characteristics of cheese: analysis of effects of cooking conditions using computer vision technology. *Journal of Food Engineering*, 51, 305-310.

## Evaluation of Functional Properties of Mozzarella and Processed Pizza Cheese during storage

Erfani Javanfekr, S. M.<sup>1</sup>, Habibi Najafi, M. B.<sup>2\*</sup>

1. MSc of Food Science & Technology

2. Professor, Department of Food science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: 2014/12/22 Accepted: 2015/04/22)

Along with the increase in pizza cheese production and consumption, identifying the trends of altering the functional properties of this product in order to control its quality is becoming very important. In this study, the changes in Functional properties of processed pizza cheese and low moisture mozzarella cheese samples collected from local manufactures in Khorasan province, Iran were analyzed. Three samples of commercial processed pizza cheeses and one commercial low moisture Mozzarella cheese as well as a sample of processed pizza cheese prepared according to the formulation previously optimized in our laboratory, were collected and stored at 4 °C in vacuum packages until the day of experiment. Functional properties of all samples such as stretch length, max load, oiling off and meltability were measured and analyzed in days 0, 14 and 28 after production. In general, Statistical analysis showed that storage time had a significant ( $p \leq 0.05$ ) effect on all measured properties, so that the stretch properties of low moisture mozzarella cheese and all samples of processed pizza cheese were decreased significantly ( $p \leq 0.05$ ) during the storage period, whereas meltability and oiling off, follow a significant increase in trend. None of the properties evaluated were out of their standard and acceptance levels at the end of the shelf life. Therefore, it is concluded that the storage of pizza cheese in the fridge instead of freezer up to one month after production is suggested to be an alternative to protect the product from the damage caused by freezing and defrosting while maintaining the quality of the product at the end of the shelf life. The efficacy of TPA and image processing techniques in the measurement of functional properties (stretchability, oiling off and meltability) of pizza cheese samples was also confirmed in this study.

**Keywords:** Pizza Cheese, Functional properties, Stretch, Meltability, Oiling off

---

\* Corresponding Author Email Address: habibi@um.ac.ir