مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

مقایسه تاثیر عصاره زنجبیل به عنوان ماده منعقد کننده در تهیه پنیر تازه فاقد آب‌پنیر (whey-less)

مهسا کریمپور سهرقه[۱]، افشین جوادی[۲]، شهین زمردی[۳*]، نویده انرجان[٤]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ممقان، دانشگاه آزاد اسلامی، ممقان، ایران.

۲- گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، علوم پزشکی تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۳-بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

٤-گروه تکنولوژی مواد غذایی، دانشکده فنی و مهندسی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۱

کلمات کلیدی:

پنیر تازه فاقد آب پنیر،

عصاره زنجبیل،

پروفیل بافتی و رئولوژیکی.

DOI: 10.22034/FSCT.19.125.35

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.17.6

* مسئول مکاتبات:

s.zomorodi@areeo.ac.ir

چکیده

افزایش مصرف پنیر همراه با کمبود مایه پنیر منجر به علاقه جهانی به منعقد کننده‌های طبیعی شیر از سایر منابع آنزیمی شده است. در این مطالعه، تأثیر عصاره زنجبیل به‌عنوان ماده منعقد کننده در مقایسه با رنت حیوانی بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، پروفیل بافتی، رئولوژیکی و حسی پنیر فاقد آب پنیر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد فعالیت پروتئولیتیکی و فعالیت انعقادی شیر عصاره زنجبیل مورد استفاده در این مطالعه به ترتیب ۱۳٤/۲٦ واحد و ۳۲٦/۵۵ واحد در میلی‌گرم و نسبت فعالیت انعقادی شیر به فعالیت پروتئولیتیکی در حدود ۲/٤۳ بود که می‌تواند برای فراوری پنیر مطلوب باشد. همچنین ماده خشک و پروتئین پنیرهای تهیه شده با عصاره زنجبیل به طور معنی‌داری کمتر و مقدار چربی در ماده خشک بیشتر از نمونه‌های تهیه شده با رنت بود ($p<0.05$). اما نوع منعقد کننده تاثیر معنی‌داری بر مقدار اسیدیته، pH و نمک نمونه‌ها نداشت ($P>0.05$). سفتی، فنریت، صمغی بودن، قابلیت جویدن، مدول الاستیک، مدول ویسکوز و ویسکوزیته کمپلکس نمونه‌های پنیر تهیه شده با عصاره زنجبیل کمتر از پنیر تهیه شده با رنت بود ($p<0.05$). پذیرش کلی پنیرهای تهیه شده با عصاره زنجبیل تفاوت معنی‌داری با نمونه‌های پنیر تهیه شده با رنت نداشت. امتیاز طعم و بافت نمونه‌های پنیر تهیه شده با عصاره زنجبیل به طور معنی‌داری بالاتر از پنیر تهیه شده با رنت بود. بر اساس نتایج حاصل از این بررسی می‌توان از عصاره زنجبیل به عنوان ماده منعقد کننده در تهیه پنیر فاقد آب پنیر استفاده نمود.

۱-مقدمه

تقاضا برای تولید پنیر در جهان از یک طرف و محدودیت تولید و قیمت بالای مایه پنیر حیوانی رنت موجب گردیده تلاش‌های متعددی جهت جایگزین کردن آن با سایر پروتئازهای منعقد کننده شیر، انجام شود. این مایه پنیرها شامل انواع گونه‌های میکروبی و گیاهی می‌باشد. استفاده از مایه پنیرهای میکروبی علیرغم برخی مزایا، به واسطه ایجاد طعم تلخ در محصول و کاهش راندمان محصول نهایی، کاربرد کمتری دارد [۱]. به همین دلیل امروزه، از عصاره گیاهان مختلف همانند زنجبیل، کیوی، آناناس و غیره به عنوان پروتئاز گیاهی در تولید انواع پنیر مورد توجه است [۲]. مایه پنیرهای گیاهی به دلیل در دسترس بودن آسان و فرآیندهای تصفیه ساده، به موضوعات مورد علاقه در صنعت پنیر تبدیل شده‌اند. سال‌های زیادی است که عصاره‌های گیاهی به طور گسترده در تهیه انواع پنیرها در صنعت، عمدتاً در کشورهای مدیترانه‌ای، اروپای جنوبی و غرب آفریقا استفاده می‌شود [۳].

زنجبیل (*Zingiber officinale Rosceo*) جزء ادویه‌ها و افزودنی‌های غذایی سنتی در کشورهای مختلف است و به دلیل داشتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در قسمت‌های مختلف به خصوص ریزوم آن می‌تواند به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی نیز به کار رود [٤]. همچنین عصارهٔ زنجبیل دارای خواص ضدالتهابی، ضدمیکروبی و ضدسرطانی است که از رشد سلول‌های سرطانی مخصوصا سرطان روده بزرگ، کبد، سینه، پوست و استخوان در انسان جلوگیری می‌کند [٥]. جینجرول[1]، مهم‌ترین جزء تشکیل دهنده زنجبیل بوده که مسئول ایجاد طعم و مزه در این گیاه می‌باشد. ریزوم زنجبیل منبع اصلی آنزیم‌های پروتئاز است که از آن به عنوان نرم کننده گوشت نیز استفاده شده است [٦]. از مزایای پروتئازهای گیاهی علاوه بر طبیعی بودن، حلال نیز می‌باشد و می‌توانند برای تولید پنیرهایی با هدف مصرف کنندگان لاکتو گیاه‌خوار و بازارهای زیست محیطی استفاده شود [۷]. طی تحقیقی جرم مولکولی آنزیم پروتئاز ریزوم زنجبیل ۳٦ کیلوگرم بر مول و pH ایزوالکتریک آن ٤/۳ تعیین شده است. این آنزیم یک گلیکوپروتئین و سیستئین اندوپپتیداز بوده که pH و دمای بهینه فعالیت آن به ترتیب ۵/۵ و ٦۰ درجه سلسیوس می‌باشد.

1. Gingerol

این آنزیم توانایی هیدرولیز هر سه نوع کازئین αs_1 ، β و κ کازئین را نیز دارد [۸].

پنیر فاقد آب پنیر جایگزین مناسبی برای تولید پنیر فراپالایش است که به دلیل عدم نیاز به سرمایه‌گذاری فراوان، همینطور عدم تولید پساب و حفظ ترکیبات مغذی به عنوان یک تکنولوژی کارآمد مورد توجه است. در تهیه این نوع پنیرها، تولید کنندگان می‌توانند با دستکاری در ترکیبات مختلف پنیر، محصول اقتصادی با بافت و طعم دلخواه تولید نمایند [۹].

آدیکاری و همکاران (۲۰۲۱) از پروتئاز زنجبیل به عنوان عامل منعقد کننده در تهیه پنیر موزارلا استفاده کردند و نشان دادند که چربی، خاکستر، اسیدیته، pH، کلسیم و عملکرد پنیر تهیه شده با پروتئاز زنجبیل مشابه اما کشش پذیری آن کمتر از نمونه‌های تهیه شده با رنت بود. همچنین استفاده از پروتئاز زنجبیل طعم پنیر را به طور قابل توجهی افزایش داد. این محققان نتیجه‌گیری کردند که آنزیم زنجبیل جایگزین بالقوه‌ای برای مایه پنیر در تهیه پنیر موزارلا است [۱۰]. هایلو و همکاران (۲۰۱٤) طی مطالعه‌ای از عصاره خام زنجبیل در تهیه پنیر نرم تازه استفاده کردند و نشان دادند که پنیر تهیه شده با عصاره خام زنجبیل در مقایسه با پنیر ساخته شده با کیموزین شتر دارای اسیدیته و خاکستر بالاتر اما چربی، مواد جامد کل و پروتئین کمتری بود. اگرچه، خواص حسی پنیر تهیه شده با کیموزین شتر کمتر از پنیر ساخته شده با استفاده از عصاره خام زنجبیل بود اما با مقادیر گزارش شده در پنیر شتر در سایر مقالات مطابقت داشت. آنها خاطر نشان کردند که می‌توان از عصاره خام زنجبیل به عنوان ماده منعقد کننده در تهیه پنیر شتر استفاده نمود [۱۱]. در این پژوهش هدف جایگزینی رنت با عصاره زنجبیل در تهیه پنیر فاقد آب‌پنیر و بررسی ویژگی‌های کیفی محصول نهایی می‌باشد.

۲-مواد و روش

۲-۱- مواد

شیر پس چرخ خام (با ماده خشک بدون چربی ۸/۱۵ درصد، پروتئین ۳/۲۲ درصد، چربی ۰/۲ درصد، اسیدیته بر حسب درجه دورنیک ۱٤و pH ٦/۵۵) و خامه خام (با ماده خشک بدون چربی ٤۰/۷۸ درصد، پروتئین ۲/۳ درصد، چربی ۳٦/۲۳ درصد، خاکستر ۰/٤۵ درصد، اسیدیته بر حسب درجه دورنیک ۱٦ و pH ۵/۷۵) از کارخانه تولید پنیر اصغری قشلاق (ارومیه، ایران)،

کنسانتره پروتئین آب پنیر (با رطوبت ٤/٥٦ درصد، پروتئین ١٧/١٤ درصد، خاکستر ١٠/١٠ درصد، اسیدیته ٤/٧٧ درصد و pH ٤/٧٤) و کنسانتره پروتئین شیر (با رطوبت ٥/٠٤ درصد، پروتئین ٧٧/٩٥ درصد، خاکستر ٦/٥ درصد، چربی ١/٢٥ درصد، اسیدیته بر حسب اسید لاکتیک ١/٥٨ درصد و pH ٦/٦٥) از شرکت شیر پگاه (ارومیه، ایران) و زنجبیل سفید از بازار محلی تبریز خریداری شد.

۲-۲-روش‌ها

۲-۲-۱-تهیه عصاره پروتئاز زنجبیل

ریزوم‌های زنجبیل پس از شستشو و پوست‌گیری، به قطعات کوچک بریده شد. سپس بافر فسفات پتاسیم ۰/۱ مولار (pH ۷) به نسبت ۱ به ۱ به آن اضافه شد و به‌مدت ۳ دقیقه با استفاده از مخلوط کن (مولینکس، فرانسه) همگن گردید. سپس از طریق پارچه کتانی فیلتر شد تا عصاره آنزیمی خام به‌دست آید [۸]. سپس پروتئین عصاره با استفاده از سولفات آمونیوم رسوب داده شد [۱۲].

۲-۲-۲-تعیین فعالیت لخته شدن شیر

سوبسترا با حل کردن ۱۲ گرم شیر خشک بدون چربی در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ مول در لیتر کلرید کلسیم تهیه و pH آن با اسید کلریدریک ۱ مولار روی ٦ تنظیم شد. ۲ میلی‌لیتر از آن تا دمای ٤٠ درجه سلسیوس گرم شد و با مقدار ۰/۲ میلی‌لیتر عصاره زنجبیل کاملاً مخلوط گردید. زمان لخته شدن شیر با چرخاندن دستی لوله در فواصل زمانی کم و بررسی تشکیل لخته قابل مشاهده، تعیین شد. یک واحد فعالیت انعقاد شیر[1] (MCA) برابر با میلی‌گرم آنزیم مورد نیاز برای انعقاد ۱ میلی‌لیتر شیر خشک بدون چربی بازسازی شده در ۱ دقیقه در دمای ٤٠ درجه سلسیوس با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد که در آن T زمان انعقاد (ثانیه)، S حجم سوبسترا و E حجم عصاره آنزیمی است [۱۲].

$$\text{MCA (Milk Clotting Activity) (units)} = 2400/T \times S/E$$

۲-۲-۳- تعیین فعالیت پروتئولیتیکی عصاره زنجبیل

فعالیت پروتئولیتیکی[2] (PA) عصاره زنجبیل با استفاده از کازئین به عنوان سوبسترا مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تهیه سوبسترا، مقدار ۲۰ میلی‌گرم کازئین در ۱۰ میلی‌لیتر بافر گلایسین–هیدروکسید سدیم یک مولار (pH ۱۰/۵) حل شد. مقدار µl ۱۰۰ از عصاره زنجبیل انکوبه شده در دمای ٤٠ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه، به µl ۱۰۰ از عصاره زنجبیل اضافه شد. سپس µl ۱۰۰ از محلول ۱۰ درصد تری کلرواستیک اسید به آن اضافه گردید و مدت ۱۵ دقیقه در ظرف حاوی یخ قرار گرفت تا پروتئین‌های نامحلول رسوب کند. سپس رسوب از طریق صاف کردن با کاغذ صافی واتمن شماره ۱ جدا گردید. مقدار ۵ میلی‌لیتر محلول کربنات سدیم ۰/۵ مولار و ۰/۱ میلی‌لیتر معرف فولین–سیوکالتئو به محلول اضافه گردید و جذب نمونه‌ها در طول موج ٦٦٠ نانومتر تعیین شد. یک واحد فعالیت پروتئاز، مقدار آنزیمی است که منجر به آزادسازی یک میکرومول تیروزین از کازئین در هر دقیقه تحت شرایط آزمایش می‌شود [۱۲].

۲-۲-٤-روش تهیه پنیر فاقد آب پنیر

نمونه‌های پنیر فاقد آب پنیر بر اساس روش ارائه شده توسط عمران خیابانی و همکاران (۲۰۲۰) تولید شد [۱۳]. به طور خلاصه، ابتدا یک کیلوگرم شیر گاو بدون چربی تا ٦٠ درجه سلسیوس گرم شد و ١٤ درصد کنسانتره پروتئین شیر، ٦/٥ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر، ۵۰ درصد خامه، ۱ درصد نمک، ۰/۵ درصد ثعلب به مخلوط اضافه گردید. مواد با همزن مکانیکی با دور بالا در دمای ۵۰ درجه سلسیوس همگن شد و مخلوط در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه پاستوریزه گردید. سپس تا دمای ٤٠ درجه سلسیوس سرد شد و کلرید کلسیم، استارتر و بر حسب نوع تیمار رنت و یا عصاره زنجبیل به مخلوط اضافه گردید و در دمای ٤٠ درجه سلسیوس نگهداری شد تا عمل انعقاد کامل شود. نمونه‌های پنیر پس از ۳۰ روز نگهداری در یخچال، مورد آزمایش قرار گرفتند.

۲-۲-۵-روش‌های آزمایش فیزیکی‌شیمیایی نمونه‌ها

رطوبت از طریق خشک شدن در آون (ممرت، آلمان) در دمای ۲±۱۰۳ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت، چربی به روش ژربر، پروتئین به روش کلدال، نمک به روش ولهارد، اسیدیته به روش تیتراسیون با سود یک نهم نرمال در مجاورت شناساگر فنل فتالئین تا ایجاد رنگ صورتی کمرنگ، pH توسط pH متر (متروهوم ٦٩١، سویس) تعیین شد [١٤].

۲-۲-٦-آزمون پروفیل بافت[3] (TPA)

1. Milk Coagulation Activity (MCA)
2. Proteolytic Activity (PA)
3. Textural Profile Analysis (TPA)

TPA نمونه‌های پنیر با استفاده از دستگاه آنالایزر بافت (مدل H5Ks، انگلیس) تعیین شد. برای این منظور، نمونه‌ها به صورت استوانه‌ای با ارتفاع ۲۰ میلی‌متر و قطر ۱۵ میلی‌متر بریده شد و تا ۵۰ درصد ارتفاع اولیه (۱۰ میلی‌متر) در ۲ سیکل فشرده شد. میزان نفوذ ۰/۵ میلی‌متر بر ثانیه بود و هر آزمایش در ۳ تکرار انجام شد. پارامترهای ارزیابی شده شامل سفتی[1]، پیوستگی[2]، فنریت[3]، حالت صمغی[4] و قابلیت جویدن[5] بود [۱۵].

۲-۲-۷- ویژگی‌های رئولوژیکی (آزمون نوسانی پویا[6])

به منظور ارزیابی ویژگی‌های رئولوژیکی، پارامترهای مدول ذخیره یا مدول الاستیک (G')[7]، مدول افت یا مدول ویسکوز (G'')[8] و ویسکوزیته کمپلکس (η^*)[9] نمونه‌های پنیر بررسی شد. برای این منظور نمونه‌ها حداقل از عمق یک سانتی‌متری از قالب-های پنیر در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد بریده شد و سپس به سرعت به ظروف غیر قابل نفوذ به هوا منتقل و به مدت حداقل ٤ ساعت در دمای اتاق نگهداری شد. دستگاه رئومتر از نوع صفحات موازی با قطر ۲۵ میلی‌متر بود که در فاصله ۱ میلی‌متری آن‌ها نمونه‌ها جای‌گذاری شدند. سپس به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه زمان داده شد تا اثر تنش‌های وارده بر آن‌ها از بین برود. اندازه-گیری در دامنه ویسکوالاستیک خطی (دامنه کرنش ۰/۰۱ تا ۲/۵۸ درصد) و در بسامد ۱۰ هرتز انجام و سپس پارامترهای G'، G'' و η^* اندازه‌گیری شد [۱٦].

۲-۲-۳-ارزیابی حسی

ویژگی‌های رنگ، بافت، طعم و پذیرش کلی نمونه‌های پنیر توسط گروه پانلیست با استفاده از آزمایش تمایل مصرف‌کننده به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای تعیین شد. تعداد ۱۵ پانلیست آموزش دیده که همگی از اعضای هیئت علمی و کارکنان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی بودند با استفاده از آزمایش تشخیص درجه یا سطح کیفیت انتخاب شدند تا نمونه‌ها را از لحاظ فاکتورهای کیفی که با حواس قابل‌درک هستند، مورد بررسی قرار دهند. از هر تیمار تعداد ۱۵ نمونه یکسان (قطعاتی به ابعاد یک سانتی‌متر مکعب) تهیه و همراه با فرم مخصوصی که دارای مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای بود، به ارزیابان داده شد تا با توجه به ذائقه خود فرم‌ها را تکمیل کنند. بدین منظور امتیاز ۵ برای کیفیت مطلوب و امتیاز ۱ برای کیفیت نامطلوب اختصاص داده‌شد. پانلیست‌ها برای شستشوی دهان خود بین نمونه‌ها از آب استفاده کردند [۱۷]

۲-۲-٤-روش طرح آماری

آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار SAS تجزیه شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و رسم شکل‌ها با نرم افزار ایکسل (Excel 2010) انجام شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-تعیین فعالیت انعقادی شیر و فعالیت پروتولیتیکی عصاره زنجبیل

فعالیت انعقادی شیر (MCA) و فعالیت پروتولیتیکی (PA) مهمترین خاصیت پروتئازهای مورد استفاده در تولید پنیر هستند که نشان‌دهنده توانایی آنزیم‌ها برای هیدرولیز کاپاکازئین شیر می‌باشد. MCA به عوامل متعددی از جمله منبع گیاه، نوع و غلظت پروتئاز بستگی دارد [۱۸]. پروتئاز زنجبیل حاصل از عصاره زنجبیل یکی از آنزیم‌های قوی لخته‌کننده شیر است که می‌تواند برای تولید پنیر استفاده شود [۸]. ارزیابی فعالیت‌های MCA و PA آنزیم یکی از گام‌های مهم در انتخاب جایگزین‌های مناسب برای مایه پنیر حیوانی است. در ارزیابی فعالیت انعقادی، تعیین نسبت MCA/PA پروتئاز، نیز معیار بسیار مهمی در ارزیابی پتانسیل پروتئاز به عنوان جایگزین مایه پنیر می‌باشد [۱۸]. در این مطالعه PA و MCA عصاره زنجبیل مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طوری که از جدول ۱ مشخص است PA عصاره زنجبیل مورد استفاده در این مطالعه در حدود ۱۳٤/۲٦ واحد در میلی‌گرم بود که می‌تواند عملکرد خوبی در فرآوری پنیر داشته باشد. پروتئازهای با PA بالاتر، کازئین را بیش از حد هیدرولیز می‌کند و منجر به کاهش راندمان پنیر و ویژگی حسی آن می‌گردد [۱۰ و ۱٦]. همچنین نسبت MCA/PA عصاره زنجبیل در حدود ۲/٤۳ واحد بود که برای فراوری پنیر نسبتا مطلوب است. PA و

1. Hardness
2. Cohesiveness
3. Springiness
4. Gumminess
5. Chewiness
6. Oscillatory analysis
7. Storage Modulus
8. Loss Modulus
9. Complex viscosity

نسبت MCA/PA پروتئاز لخته‌کننده شیر بسته به روش‌های تعیین آن متفاوت است که مقایسه نتایج مطالعات مختلف را با یکدیگر پیچیده‌تر می‌کند. بنابراین نسبت MCA/PA پروتئازهای مختلف لخته‌کننده شیر باید تحت شرایط یکسان و مشابه مواردی که در پنیرسازی استفاده می‌شود، ارزیابی گردد. با این وجود، MCA عصاره زنجبیل در مقایسه با رنت تجاری (۵۸ واحد در میلی‌گرم) ۵/٦ برابر بیشتر است. نتایج مشابهی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است [۸ و ۱۹]. این محققان نیز نشان دادند که پروتئازهای زنجبیل می‌تواند جایگزین مناسبی برای برخی از عوامل منعقد کننده تجاری و آنزیم‌های لخته کننده شیر مانند پاپائین، فیسین و بروملین در تهیه پنیر باشد بدون اینکه طعم تلخ در این محصولات ایجاد کند.

Table 1 Milk coagulating activity (MCA) and proteolytic activity (PA) of ginger extract

Coagulant	Milk-Clotting Activity (MCA) (Units/mL)	Proteolytic Activity (PA) (Unit)	MCA/PA Ratio
Ginger Extract	326.55±6.85	134.26±4.92	2.43±1.39

Means ± SD

بنابراین، عصاره زنجبیل استخراج شده از زنجبیل سفید دارای فعالیت لخته‌کنندگی شیر بالاتری نسبت به رنت تجاری است. در این راستا مقدار MCA *عصاره Solanum dubium* حدود ۸۸۰ واحد در میلی‌لیتر [۲۰] و پروتئاز *Ficus religiosa* حدود ٤۹۸/۹ واحد در میلی‌لیتر در دمای ۳۷ درجه سلسیوس [۲۱] تعیین شد.

۳-۲-تاثیر نوع ماده منعقد کننده بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی نمونه‌های پنیر فاقد آب پنیر

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که نوع منعقد کننده بر ماده خشک، خاکستر، پروتئین و چربی نمونه‌های پنیر فاقد آب پنیر تاثیر معنی‌داری داشت ($P<0.05$). در جدول ۲ میانگین ماده خشک، پروتئین، چربی، نمک، اسیدیته و pH پنیر فاقد آب پنیر تهیه شده با رنت گوساله [1] (CR) و عصاره زنجبیل[2] (GE) آورده شده است. همان‌طوری‌که از جدول ۲ مشخص است ماده خشک پنیرهای تهیه شده با CR به طور معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های تهیه شده با GE بود. به نظر می‌رسد ساختار تشکیل شده با منعقد کننده GE مایع بیشتری را در شبکه پنیر حفظ کرده است [۲۲]. همچنین نیروهای مولکولی درگیر در انعقاد کازئین توسط آنزیم خام منجر به ظرفیت اتصال آب بیشتر ماتریکس پروتئین می شود که توسط آدیکاری و همکاران بیان شده است [۱۰]. نتایج مشابهی نیز توسط آدیکاری و همکاران (۲۰۲۱) و هایلو و همکاران (۲۰۱٤) در پنیر تازه گزارش شده است. آنها نیز نشان دادند که پنیرهای تولید شده با رنت ماده خشک بالاتری در مقایسه با پنیرهای تولیدی با زنجبیل دارند [۱۰ و ۱۱].

همچنین با توجه به جدول ۲، درصد پروتئین نمونه‌های تهیه شده با CR به طور معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های تهیه شده با GE بود ($P<0.05$). همان‌طوری‌که از جدول ۱ مشخص است، PA عصاره زنجبیل بالاتر از آنزیم رنت بود. بنابراین دلیل کاهش پروتئین در پنیر منعقد شده با GE را می‌توان به فعالیت پروتئولیتیک بالایی عصاره زنجبیل نسبت داد. در سایر تحقیقات نیز گزارش شده است که عصاره زنجبیل فعالیت پروتئولیتیکی بالاتری دارد [۲۳ و ۲٤]. گزارش شده است که می‌توان پروتئولیز پنیر را با استفاده از عصاره خام زنجبیل به عنوان منعقد کننده در تهیه پنیر شیر گاومیش افزایش داد [۲۵].

درصد چربی در ماده خشک پنیرهای تهیه شده با CR به طور معنی‌داری کمتر از نمونه‌های تهیه شده با GE بود ($P<0.05$). نتایج مشابهی تیز در تهیه پنیر ادم گزارش شده است [۲٦]. در این تحقیق نیز نشان داده شده است که جایگزینی مایه پنیر حیوانی با عصاره‌های آبی گل *سینارا کاردونکولوس*[3] یا ریزوم زنجبیل به طور قابل توجهی موجب افزایش چربی در ماده خشک نمونه‌ها شد. در برخی از تحقیقات گزارش شده است که نوع ماده منعقد کننده (حیوانی یا گیاهی) تأثیر قابل توجهی بر مقادیر پروتئین و چربی پنیرهای مختلف تولید شده ندارد [۲۷ و ۲۸] که با نتایج این بررسی مطابقت ندارد. دلیل این اختلاف می‌تواند مربوط به تفاوت در ترکیب شیر، فعالیت منعقد کننده و روش‌های فرآوری و نوع پنیر تولیدی باشد.

1. Calf Rent (CR)
2. Ginger Extract (GE)
3. *cynara cardunculus*

Table 2 The physicochemical properties of whey-less cheese obtained with calf rennet and ginger extract

Component	Coagulant	
	Calf rennet	Ginger extract
Dry Matter (%)	38.20± 0.18[a]	36.44± 0.21[b]
Acidity (D)	19.78± 0.38[a]	20.86± 0.29[a]
FDM (%)	58.19± 0.51[b]	61.20± 0.48[a]
Protein (%)	10.25± 0.18[a]	8.37± 0.15[b]
Salt (%)	1.02± 0.10[a]	0.92± 0.08[a]
pH	4.49± 0.08[a]	4.48± 0.10[a]

Values are averages ± standard deviations of three cheese-making trials from different batches of milk. Superscript letters (a–c) beside mean values in the same row show the difference in Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

اما با توجه به جدول ۲، نوع منعقد کننده تاثیر معنی‌داری بر مقدار اسیدیته و pH نمونه‌ها نداشت ($P>0.05$). در تحقیقات زیادی گزارش شده است که نوع ماده منعقد کننده (حیوانی یا گیاهی) تأثیر قابل توجهی بر مقادیر اسید لاکتیک و pH پنیرهای مختلف تولید شده با مایه پنیر حیوانی یا گیاهی ندارد [۲۷ و ۲۹]. تغییرات اسیدیته مربوط به تبدیل لاکتوز موجود در پنیر به اسید لاکتیک است.

همچنین نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که نوع منعقد کننده بر مقدار نمک نمونه‌ها تاثیر معنی‌داری نداشت ($p>0.05$). در این پژوهش نمک به مقدار ۱ درصد به صورت مستقیم قبل از تشکیل لخته به مخلوط فرمولاسیون افزوده شد. بر اساس مطالعات انجام شده توسط اردم و همکاران (۲۰۰۵) افزودن نمک، تاثیری بر فعالیت استارترها ندارد و بر طبق یافته‌های آنها استارترهای پنیر تا ۳ درصد نمک طعام را به خوبی تحمل کرده و قادر به فعالیت هستند [۲۹].

۳-۳-ویژگی‌های پروفیل بافت (TPA)

بافت یکی از مهم‌ترین خصوصیات برای پذیرش محصول توسط مصرف کننده است. TPA روشی است که عمل جویدن ماده غذایی را در دهان تقلید می‌کند [۳۰]. در این بررسی ویژگی‌های بافت نمونه‌های پنیر از جمله سفتی، فنریت، پیوستگی، صمغی بودن و قابلیت جویدن مورد ارزیابی قرار گرفت. سفتی بافت نشان‌دهنده مقدار نیروی لازم برای بدست آوردن یک تغییر شکل مشخص است. پیوستگی نیز بیانگر مقدار تغییر شکلی است که در یک نمونه هنگام فشرده شدن توسط دندان‌های آسیاب، قبل از پارگی روی می‌دهد و وابسته به شدت پیوندهای داخلی سازنده بدنه محصول است. فنریت یا الاستیسیته بر اساس شدت بازگشت ماده غذایی به حالت اولیه بعد از اعمال فشار جزئی به آن در دهان تعریف می‌گردد. حالت صمغی عبارت است از انرژی لازم برای خرد کردن یک مادهٔ غذایی نیمه جامد تا هنگامی که آمادهٔ بلع شود و از حاصل‌ضرب سفتی در پیوستگی بدست می‌آید. قابلیت جویدن نیز مقدار نیروی لازم برای جویدن پنیر تا یک حالت یکنواخت قبل از قورت دادن آن است و از حاصل‌ضرب حالت صمغی در فنریت بدست می‌آید [۳۱].

در جدول ۳ تاثیر نوع منعقد کننده بر تغییرات پروفیل بافت نمونه‌های پنیر آورده شده است. همان‌طوری‌که از جدول ۳ مشاهده می‌شود نوع منعقد کننده بر سختی بافت، صمغی بودن و قابلیت جویدن نمونه‌ها تاثیر معنی‌داری داشت ($p<0.05$). اما بر فنریت و پیوستگی تاثیر معنی‌داری نداشت ($p<0.05$). سفتی، فنریت، صمغی بودن و قابلیت جویدن نمونه‌های پنیر منعقد شده با CR بطور معنی‌داری بیشتر از پنیر منعقد شده با GE بود ($p<0.05$). کاهش سختی پنیر منعقد شده با GE را می‌توان به کاهش سطح اشغال شده توسط بخش پروتئینی در ریزساختار پنیر نسبت داد که منجر به کاهش مولفه حامل نیرو در بافت پنیر شده است. به نظر می‌رسد پروتئولیز شدید در پنیرهای تهیه شده از پروتئاز گیاهی، شبکه کازئین را هیدرولیز کرده و ساختار همگن‌تری ایجاد می‌کند و منجر به ایجاد حالت کرمی و نرمی بیشتر پنیر می‌گردد [۳۲].

در این راستا گزارش شده است که پنیرهای تهیه شده با GE دارای بدنه و بافت یکنواخت‌تر و نرم‌تری بودند [۲۵]. همچنین مشاهده شده است که پنیر مورسیا آل وینو[1] تهیه شده با مایه پنیر حیوانی به طور قابل توجهی سخت‌تر و خامه‌ای کمتری نسبت به پنیر تهیه شده با مایه پنیر گیاهی بود [۳۲]. نتایج مشابهی نیز در پنیرهای تهیه شده از شیر میش با منعقد کننده گیاهی حاصل از *سینارا کاردونکولوس* گزارش شده است [۳۳].

1. Murcia al Vino

Table 3. The texture profiles of whey-less cheese obtained with calf rennet and ginger extract

Textural Profile Analysis	Coagulant	
	Calf rennet	Ginger extract
Hardness (g)	122.41± 0.38[a]	115.84± 0.34[b]
Springiness (mm)	2.01± 0.08[a]	1.85± 0.10[a]
Cohesiveness	0.28± 0.02[a]	0.27± 0.04[a]
Gumminess (g)	34.43± 0.68[a]	31.11± 0.88[b]
Chewiness (g.mm)	72.11± 1.18[a]	60.46± 0.98[b]

Values are averages ±standard deviations of three cheese-making trials from different batches of milk. Superscript letters (a–b) beside mean values in the same row show the difference in Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

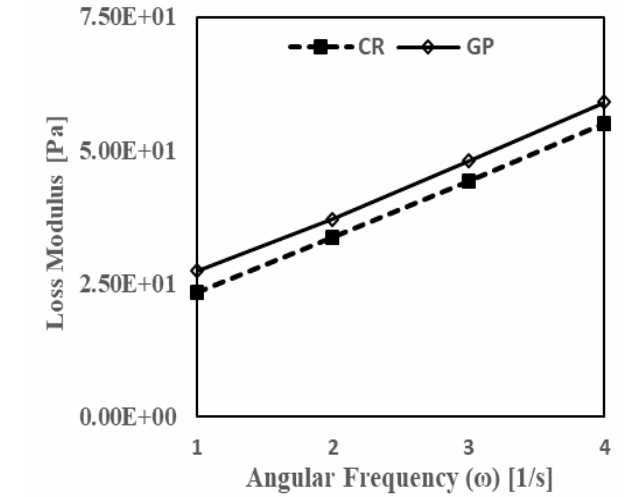
۳-٤-ویژگی‌های رئولوژیکی

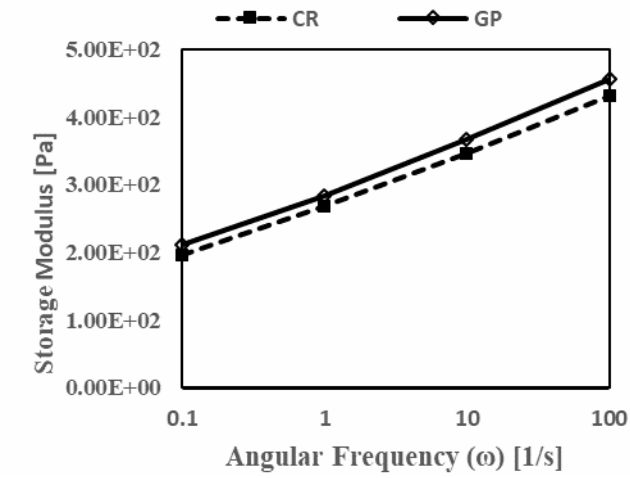
پنیر از نظر رفتار رئولوژیکی یک ماده ویسکوالاستیک[1] است. یعنی هم حالت الاستیک (جامد هوکن[2]) و هم حالت ویسکوز (مایع نیوتنی[3]) از خود نشان می‌دهد. به عبارت دیگر بخشی از انرژی وارد شده، در آن ذخیره شده (بخش الاستیک) و بخش دیگری از نیروی وارد شده در آن پخش می‌شود (بخش ویسکوز)، که این انرژی پخش شده ممکن است موجب تغییر شکل گردد. آزمون دینامیکی یکی از عمده‌ترین روش‌ها برای تعیین خواص رئولوژیکی مواد ویسکوالاستیک می‌باشد و به‌طور گسترده برای تشخیص ساختار مواد غذایی همچون پنیر استفاده می‌شود. در این تحقیق برای بررسی خواص ویسکوالاستیک نمونه‌ها، پارامترهای مدول ذخیره یا مدول الاستیک (G')[4]، مدول افت یا مدول ویسکوز (G'')[5] و ویسکوزیته کمپلکس (η^*)[6] تعیین شد. G' در واقع مقدار انرژی ذخیره شده در مواد یا انرژی قابل بازیافت در هر سیکل تغییر شکل بوده و قدرت شبکه را نشان می‌دهد. G'' نیز مقدار انرژی است که در هر سیکل تغییر شکل از دست می‌رود و خواص جریانی نمونه ها را در حالت ساختاری نشان می‌دهد [۱۶]. با توجه به شکل‌های ۱و ۲ با افزایش فرکانس در تمامی نمونه‌های پنیر G' و G'' افزایش یافت ($p<0.05$). میزان G' در هر فرکانسی در نمونه‌ها بیشتر از G'' بود. نتایج مشابهی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است [۱۶، ۱۷ و ۳٤]. آنها نیز نشان دادند که با توجه به ساختار ویسکوالاستیک نمونه‌ها، میزان G' و G'' با افزایش فرکانس افزایش یافت و G' نیز بر G'' غالب است که حاکی از ویژگی ژل[7] بوده و در این شرایط رفتار الاستیک بر رفتار ویسکوز غالب است. همچنین با توجه به شکل‌های ۱ و ۲، در همه فرکانس‌ها، G' و G'' در نمونه‌های منعقد شده با GE در مقایسه با نمونه منعقد شده با CR کمتر بود. در واقع قدرت ژل در نمونه‌های منعقد شده با GE کاهش پیدا کرد. زیرا محتوای کازئین، ساختار و پارامترهای رئولوژیکی نمونه‌های پنیر را بهبود می‌بخشد. میسل کازئین یک جزء اصلی در ماتریکس کلوئیدی شیر بوده و موجب ایجاد شبکه پروتئینی پنیر می‌شود که این شبکه مسئول ایجاد ساختار ویسکوالاستیک پنیر است.

با توجه به اینکه کازئین در اثر هیدرولیز آنزیمی GE کاهش پیدا می‌کند، لذا منجر به کاهش G' و G'' پنیر می‌گردد. در واقع تضعیف ساختار ویسکوالاستیک پنیر در اثر GE موجب کاهش این دو پارامتر شده است. همچنین این نتیجه مربوط به فعالیت‌های پروتئولیتیکی غیراختصاصی تولید شده توسط آنزیم‌های گیاهی است که در نتیجه منجر به هیدرولیز اضافی در شبکه ژل می‌شود [۳۵]. نتایج مشابهی در سایر تحقیقات نیز گزارش شده است (۱۸ و ۳۵). این محققان مشاهده کردند که استفاده از GE در تهیه پنیر منجر به تغییر رفتار رئولوژیکی پنیر از حالت جامد به مایع شد. آنها دریافتند که کیموزین ژل‌های سفت‌تری نسبت به پروتئازهای گیاهی تولید می‌کند.

در تحقیقات مختلف نتایج متفاوتی در خواص رئولوژیکی ژل‌های تولید شده توسط مایه پنیر گیاهی گزارش شده است. این تغییرات به دلیل استفاده از منعقد کننده‌های تهیه شده از منشاهای مختلف، روش‌های متفاوت ارزیابی پارامترهای رئولوژیکی (فرکانس نوسان و تنش) و سایر عواملی است که می‌تواند در فرآیند ژل شدن دخیل باشد که بر خواص رئولوژیکی محصول نهایی تأثیر می‌گذارد. نشان داده شده است که مقادیر 'G در ابتدای تشکیل ژل توسط منعقد کننده‌های گیاهی بالاتر از کیموزین بود.

1. Viscoelastic
2. Hooken Solid
3. Newtonian Fluid
4. Storage Modulus
5. Loss Modulus
6. Complex Viscosity
7. Gel Character





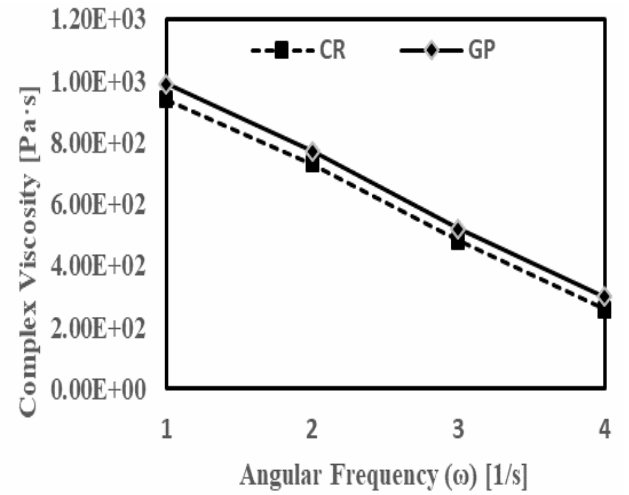


Fig 1 The rheological properties of whey-less cheese obtained with calf rennet and ginger extract

دلیل آن به اختلاف بین فعالیت‌های پروتئولیتیک منعقد کننده‌ها بر روی کازئین نسبت داده شده که ممکن است درجه پروتئولیز κ کازئین را تغییر دهد. در طول تشکیل ژل ممکن است برخی از سایر پیوندها نیز در ساختمان کازئین هیدرولیز شده و یا با بازآرایی قابل توجهی در ساختار ژل همراه باشد. دومی منجر به افزایش استحکام و تعداد پیوندهای مجاور می‌شود که منجر به افزایش سریع مقادیر اولیه 'G می‌گردد [۳۶].

۳-۵- خواص حسی

تاثیر نوع مایه پنیر (GE و CR) بر ویژگی‌های حسی طعم و بافت نمونه‌های پنیر معنی‌دار (p<۰/۰۵) اما بر امتیاز رنگ و پذیرش کلی نمونه‌ها معنی‌دار نبود (p>/۰۵). همان‌طوری که از جدول ٤ مشخص است امتیاز طعم و بافت نمونه‌های پنیر تهیه شده با GE به طور معنی‌داری بالاتر از پنیر تهیه شده با CR بود. بافت پنیر فاقد آب پنیر باید به اندازه کافی سفت باشد تا شکل خود را در حین برش حفظ کند و در عین حال آنقدر نرم باشد که قابلیت پخش شوندگی داشته باشد. پنیرهای تهیه شده با GE دارای بدنه و بافت یکنواخت‌تر و نرم‌تری بودند. پروتئولیز شدید در پنیرهای تهیه شده با استفاده از پروتئاز گیاهی، شبکه کازئین را هیدرولیز کرده و ساختار همگن‌تری ایجاد می‌کند، در نتیجه منجر به ایجاد بافت نرم‌تری در پنیر می‌گردد [۳۳]. تجادا و همکاران (۲۰۰٦) نیز نشان دادند که پنیر مورسیا آلوینو تهیه شده با مایه پنیر حیوانی به طور قابل توجهی سخت‌تر، شنی‌تر و حالت خامه‌ای کمتری نسبت به پنیر مشابهی که با استفاده از مواد منعقد کننده گیاهی تهیه شده است [۳۲]. هاشم و همکاران (۲۰۱۱) نیز نتایج مشابهی را در پنیر پیشاوری[1] تهیه شده با GP و CR گزارش کردند [۲۵].

1. Peshawari

Table 4 The sensory evaluation of whey-less cheese obtained with calf rennet and ginger extract

Sensory evaluation	Coagulant	
	Calf Rennet	Ginger Protease
Color	3.21± 0.38[a]	3.78± 0.34[a]
Flavor	3.25± 0.08[b]	3.85± 0.10[a]
Texture	3.28± 0.02[b]	3.67± 0.04[a]
Overall acceptability	4.12± 0.68[a]	4.31± 0.88[a]

Values are averages ± standard deviations of three cheese-making trials from different batches of milk. Superscript letters (a–b) beside mean values in the same row show the difference in Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

٤-نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این بررسی مقدار PA عصاره زنجبیل مورد استفاده در این مطالعه در حدود ۱۳٤/۲٦ واحد در میلی‌گرم و نسبت MCA/PA در حدود ۲/٤۳ واحد بود. با توجه به اینکه ارزیابی فعالیت‌های MCA و PA و تعیین نسبت MCA/PA پروتئازها معیار بسیار مهمی در ارزیابی پتانسیل پروتئاز به عنوان جایگزین مایه پنیر حیوانی می‌باشد، بنابراین عصاره زنجبیل می‌تواند جایگزین مناسبی برای مایه پنیر حیوانی در تهیه پنیر فاقد آب پنیر باشد. گرچه مقدار ماده خشک، پروتئین، خواص بافتی و رئولوژیکی پنیرهای تهیه شده با رنت به طور معنی‌داری بیشتر و درصد چربی در ماده خشک، کمتر از نمونه‌های تهیه شده با عصاره زنجبیل بود ($p<0/05$). اما پذیرش کلی پنیرهای تهیه شده با عصاره زنجبیل تفاوت معنی‌داری با نمونه‌های پنیر تهیه شده با رنت نداشت. بنابراین می‌توان از عصاره زنجبیل به عنوان جایگزین مایه پنیر در تهیه پنیر فاقد آب پنیر تازه[1] استفاده کرد.

٥-منابع

[1] Tripathi, P., Tomar, R., & Jagannadham, M.V., 2011. Purification and biochemical characterisation of a novel protease streblin. Food Chemistry. 125: 1005–1012.

[2] Jacob, M., Jaros, D., & Rohm, H., 2011. Recent advances in milk clotting enzymes. International Journal of Dairy Technology. 64: 14–33.

[3] Roseiro, L.B., Barbosa, M., Ames, J.M., & Wilbey, R.A., 2003. Cheese making with vegetable coagulants the use of cynara. for the production of ovine milk cheeses. International Journal of Dairy Technology. 56: 76–85

[4] Haniadka, R., Saldanha, E., Sunita, V., Palatty, P. L., Fayad, R., & Baliga, M. S., 2013. A review of the gastroprotective effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). Food and Function. 4(6): 845–855.

[5] Lotfi, Z., Morovati-sharifabad, M., Salehi, E., Sarkargar, F., & Pourghanbari, G., 2021. Evaluation of anticancer effects of alcoholic extract of ginger on $sort_1$ gene expression and viability of ovarian cancer cells A2780s Cell Line. Horizon Med Science. 27 (3): 418-418

[6] Naveena, B.M., Mendiratta, S.K., & Anjaneyulu, A.S.R., 2004. Tenderization of buffalo meat using plant proteases from Cumumis trigonus Rosb (*Kachri*) and *Zingiber officinale Roscoe* (*ginger rhizome*). Meat Science. 68:363–369.

[7] Galán, E., Cabezas, L., & Fernández-Salguero, J., 2012. Proteolysis, microbiology and sensory properties of ewes' milk cheese produced with plant coagulant from cardoon cynara cardunculus, calf rennet or a mixture thereof. International Dairy Journal. 25: 92–96.

[8] Hashim, M.M., Mingsheng, D., Iqbal, M.F., & Xiaohong, C., 2011. Ginger rhizome as a potential source of milk coagulating cysteine protease. Phytochemistry. 72: 458–464.

[9] AH, J., Rahul, S., Aparnathi, K. D., & Dhanraj, P., 2015. Influence of rennet casein levels on the chemical, baking and sensory quality of Mozzarella cheese analogue. Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research. 2(3): 99-105.

[10] Adhikari, B.R., Bhattarai, R. R., Katuwal, N., & Das, S. K. L., 2021. Effects of ginger protease on quality of mozzarella cheese. Approaches in Poultry, Dairy & Veterinary Sciences. 8(5): 835-845.

[11] Hailu, Y., Seifu, E., & Yilma, Z., 2014. Physicochemical properties and consumer acceptability of soft unripened cheese made

1. unripened

[21] Kumari, M., Sharma, A., & Jagannadham, M., 2010. Decolorization of crude latex by activated charcoal, purification and physico-chemical characterization of religiosin, a milk-clotting serine protease from the latex of ficus religiosa. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 58: 8027–8034.

[22] Sanjuán, E., Millán, R., Saavedra, P., Carmona, M.A., Gómez, R., & Fernández-Salguero, J., 2002. Influence of animal and vegetable rennet on the physiochemical characteristics of Los Pedroches cheese during ripening. Food Chemistry. 78: 281–289.

[23] Huang, X., Chen, L., Luo, Y., Guo, H., & Ren, F., 2011. Purification, characterization, and milk coagulating properties of ginger proteases. Journal of Dairy Science. 94: 2259–2269.

[24] Hashim, M.M., Dong, M., Iqbal, M.F., Li, W., & Chen, X., 2011b. Ginger protease used as coagulant enhances the proteolysis and sensory quality of Peshawari cheese compared to calf rennet. Dairy Science & Technology. 91: 431–440.

[25] Abd El-Aziz, M., Mohamed, S. H. S., & Seleet, F. L., 2012. Production and evaluation of soft cheese fortified with ginger extract as a functional dairy food. Food Technology. 62: 77-83.

[26] Abd El-Galeel, A.A.A., & El-Zawahry, A. A., 2017. Changes in physicochemical characteristics, proteolysis and organoleptic properties of Edam cheese made with added aqueous extract of cardoon (*cynara cardunculus*) and ginger (*zingiber officinale*) during ripening. Food and Dairy Research. 44 :1797-1808.

[27] Pino, A., Prados, F., Galán, E., McSweeney, P.L.H., & Fernández-Salguero, J., 2009. Proteolysis during the ripening of goats' milk cheese made with plant coagulant or calf rennet. Food Research International. 42: 324–330.

[28] Tejada, L., & Fernandez-Salguero, J., 2003. Chemical and microbiological characteristics of ewe's milk cheese (*Los Pedroches*) made with a powder of vegetable coagulant or calf rennet. Italian Journal Food Science, 15: 125-132.

[29] Erdem, Y. K., 2005. Effect of ultrafiltration, fat reduction and salting on textural properties from camel milk using crude extract of ginger (*Zingiber officinale*) as coagulant. African Journal of Food Science. 8: 87-91.

[12] Murtala, Y., Babandi, A., Babagana, K., Rajah, M. R., Yakasai, H. M., Ibrahim, A., Shehu, D., & Alhassan, A. J., 2017. Milk clotting activity of protease, extracted from rhizome of taffin giwa ginger (*zingiber officinale*) cultivar, from northwestern Nigeria. Chemistry Search Journal. 8(1): 13 – 19.

[13] Omrani Khiabanian, N., Motamedzadegan, A., Naghizadeh, Sh., & Mazdak Alimi, R., 2020. Chemical, textural, rheological, and sensorial properties of whey-less Feta cheese as influenced by replacement of milk protein concentrate with Pea protein isolate. Journal of Texture Studies. 51: 488-500.

[14] AOAC. (2019). Official Methods of Analysis, 21st Edition Arlington, VA, AOAC International.

[15] Zheng, Y., Liu, Z., & Mo, B., 2016. Texture profile analysis of sliced cheese in relation to chemical composition and storage temperature. Journal of Chemistry. 2016: 1-10.

[16] Zomorodi, Sh., Azarpazhooh, E., & Behmadi, H., 2020. Influence of some hydrocolloids on textural properties of UF cheese. Journal of Food Biosciences and Technology. 10: 1-10.

[17] Soleimani-Rambod, A., Zomorodi, SH., Naghizadeh Raeisi, S.H., Khosrowshahi asl, A., & Shahidi, S.A., 2018. The Effect of xanthan gum and flaxseed mucilage as edible coatings in cheddar cheese during ripening. Coating. 80: 1-13.

[18] Amira, A. B., Besbes, S., Attia, H., & Blecker, C., 2017. Milk-clotting properties of plant rennets and their enzymatic, rheological, and sensory role in cheese making: A review, International Journal of Food Properties, 20:sup1: S76-S93.

[19] Su, H.P., Huang, M.J., & Wang, H.T., 2009. Characterization of ginger proteases and their potential as a rennin replacement. Journal Science Food Agriculture. 89: 1178–1185.

[20] Ahmed, I.A.M., Babiker, E.E., & Mori, N., 2010. pH stability and influence of salts on activity of a milk-clotting enzyme from *Solanum dubium* seeds and its enzymatic action on bovine caseins. LWT Food Science Technology. 43: 759–764

of white brined cheese. Journal of Food Engineering. 71: 366-372.
[30] Aminifar, M., Hamedi, M., Emam-Djomeh, Z., & Mehdinia, A., 2013. The effect of ovine and bovine milk on the textural properties of Lighvan cheese during ripening. International Journal of Dairy Technology. 66(1): 45-53.
[31] Ong, L., Dagastine, R. R., Kentish, S. E., & Grass, S. L., 2012. The effect of pH at renneting on the microstructure, composition and texture of cheddar cheese. Food Research International. 48: 119-130.
[32] Tejada, L., Abellán, A., Cayuela, J., & Martínez-Cacha, A., 2006. Sensorial characteristics during ripening of the murciaal vino goat's milk cheese: the effect of the type of coagulant used and the size of the cheese. Journal of Sensory Studies. 21: 333–347.
[33] Tejada, L., Gomez, R., & Fernández-Salguero, J., 2007. Sensory characteristics of ewe milk cheese made with three types of coagulant: calf rennet, powdered vegetable coagulant and crude aqueous extract from *Cynara Cardunculus*. Journal of Food Quality. 30: 91–103.
[34] Pourmolaie, H., Khosrowshahi Asl, A., Ahmadi, M., Zomorodi, S., & Naghizadeh Raeisi, S., 2018. The effect of guar and tragacanth gums as edible coatings in Cheddar cheese during ripening. Journal Food Safety. 80: 1-9.
[35] Esteves, C. L., Lucey, J. A., & Pires, E., 2001. Mathematical modelling of the formation of rennet-induced gels by plant coagulants and chymosin. Journal of Dairy Research. 68: 499–510.
[36] Esteves, C., Lucey, J. A., & Pires, E. M., 2002. Rheological properties of milk gels made with coagulants of plant origin and chymosin. International Dairy Journal. 12: 427–434.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Comparison of the effect of ginger extract as a coagulant in the preparation of unripened whey-less cheese

Karimpour Sohreghe, M. [1], Javadi, A. [2], Zomordi, Sh.[3*] , Anarjan, N. [4]

1. Department of Food Science and Technology, Mamaghan Branch, Islamic Azad University, Mamaghan, Iran. 2. Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary, Tabriz Medical Science, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. 3. Department of Engineering Research, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran. 4. Department of Food Technology, Faculty of Engineering, Tabriz branch, Islamic Azad university, Tabriz, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 02/ 07
Accepted 2022/ 04/ 10

Keywords:

Unripened whey less cheese,
Ginger extract,
Texture profile,
Rheological properties.

DOI: 10.22034/FSCT.19.125.35

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.125.17.6

*Corresponding Author E-Mail:
s.zomorodi@areeo.ac.ir

ABSTRACT

Increased consumption of cheese combined with a shortage of rennet has led to a global interest for natural milk coagulants from some other sources different from animal sources such as plant and microbial sources. In this study, the effect of ginger extract in comparison to calf rennet on physicochemical, textural profiles, rheological and sensory properties of whey-less cheese was examined. The results showed that the proteolytic activity and milk-clotting activity of ginger extract used in this study were 134.26 units and 326.55 units/mg respectively, and the milk-clotting activity/ proteolytic activity ratio was about 2.43. This can be desirable for cheese processing. This can be desirable for cheese processing. Also, dry matter and protein content of cheese produced by ginger extract were significantly lower and the fat in dry matter was higher than samples made using rennet ($p < 0.05$). But the coagulant type had no significant effect on the acidity, pH and salt content of the samples ($P > 0.05$). Hardness, springiness, gumminess, chewiness, storage modulus, loss modulus and complex viscosity of cheese samples prepared by ginger extract were significantly lower than cheese prepared by rennet ($p < 0.05$). The overall acceptability score of cheeses produced by ginger extract was not significantly different from the samples of cheeses prepared with calf rennet. The flavor and texture score of samples prepared by ginger extract was significantly higher than cheese prepared by calf rennet. According to the results obtained of this study, ginger extract can be used as a coagulant in the preparation of whey-less cheese.