مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

استفاده از منعقد کننده گیاهی ویتانیا کوآگولانس در تولید پنیر پروبیوتیک حاوی اینولین و بررسی خواص فیریکوشیمیایی، حسی و بافتی آن

اکرم کوهکن

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، کارشناس واحد تحقیقات و نوآوری گروه صنعتی صباح.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۰۷/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰۱/۲۳

کلمات کلیدی:

پروتئاز گیاهی،

ویتانیا کواگولانس،

اینولین، پنیر،

خصوصیات بافتی

DOI: 10.52547/fsct.19.124.271

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.12.9

* مسئول مکاتبات:

m.kohkan71@gmail.com

چکیده

در این پژوهش، عصاره پروتئازی استخراج‌شده از گیاه *ویتانیا کواگولانس*(در سطوح ۱، ۲ و ۳ درصد) به عنوان جایگزین رنت میکروبی،به همراه اینولین (در سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد)به عنوان ماده پری‌بیوتیک در پنیرسازی مورد استفاده قرار گرفت.تمامی نمونه‌های پنیر تهیه شده با عصاره گیاهی از نظر خواص فیزیکوشیمیایی، پارامترهای رنگ، بافت و ویژگی-های حسی با یکدیگرمقایسه گردیدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که با افزودن آنزیم گیاهی و اینولین و افزایش هر دو متغیر میزان pH کاهش و میزان اسیدیته افزایش یافت.در نمونه‌های پنیر تهیه شده با آنزیم گیاهی و حاوی اینولین با افزایش آنزیم گیاهی میزان رطوبت افزایش و با افزایش اینولین میزان رطوبت کاهش یافت. با افزایش هر دو متغیر میزان آب اندازی و L* کاهش یافت. هیچ یک از متغییرهای فرآیند اثر معنی‌داری بر میزان a* نداشتند و افزودن آنزیم باعث افزایش و اینولین باعث کاهش فاکتور زردی (b*) شد، همچنین اثر معنی‌داری بر خصوصیات بافتی به جز حالت ارتجاعیت داشت.با افزودن آنزیم گیاهی میزان سفتی و پیوستگی کاهش وبا افزودن اینولین به نمونه‌ها، میزان سفتی و پیوستگی نمونه‌ها افزایش یافت و میزان جوندگی و صمغی بودن در غلظت‌های مختلف اینولین افزایش یافت و افزایش آنزیم گیاهی پنیر باد باعث کاهش این ویژگی‌ها در نمونه‌های پنیر گردید.نتایج این تحقیق نشان داد که عصاره پروتئازی گیاه *ویتانیا کواگولانس*جایگزین مناسبی برای رنت میکروبی است و همچنین استفاده از اینولین به همراه آن می‌تواند منجر تولید پنیر پروبیوتیک با ویژگی‌های مناسب بافتی و حسی گردد.

۱-مقدمه

پنیر یکی از اولین و محبوب‌ترین غذاهای تولید شده توسط بشر است که تاریخچه تولید آن به هزاران سال پیش برمی‌گردد. درحال حاضر تعداد بیش از ۲۰۰۰ نوع انواع پنیر تولید می‌شود که این رقم هنوز هم رو به افزایش است. هم‌اکنون در برخی کشورها پنیر بخش مهمی از رژیم غذایی مصرفی مردم را به خود اختصاص داده است[۱]. یکی از منعقد کننده‌های آنزیمی که در صنعت لبنیات کاربرد فراوانی داشته و در گذشته تنها از آن برای تولید پنیر استفاده می‌شده است،رنت حیوانی می‌باشد. رنت حیوانی از اولین منعقد کننده‌های پنیر بوده و درحال حاضر نیز در صنعت پنیرسازی به‌طور گسترده‌ای از آن استفاده می‌شود[۲]. این مایه‌پنیر از لحاظ بهره پنیرسازی، پروتئولیز و ایجاد خواص ارگانولپتیکی مطلوب در محصول هنوز به عنوان بهترین مایه پنیر شناخته می‌شود[۳]. با تمام این مزیت‌ها، تولید مایه پنیر حیوانی در دنیا بنا به‌دلایلی مانند افزایش رژیم غذایی گیاه‌خواری، ظهور بیماری‌های مزمن و خطرناکی مثل جنون گاوی، افزایش قیمت و کاهش کشتار گوساله کاهش یافته است[٤]. استفاده از پروتئازهای گیاهی به‌عنوان منعقد کننده بسیار می‌تواند جالب باشد. از آنجایی که این آنزیم منشاء گیاهی دارد، جایگزین مناسبی بجای رنت حیوانی در افرادی است که رژیم گیاه‌خواری دارند و از لحاظ دینی در این زمینه محدودیت دارند[٥].

گیاه پنیر باد با نام علمی *ویتانیا کواگولانس*[1] یکی از گیاهان دارویی است که به‌طور گسترده به عنوان یک درمان خانگی برای چند نوع بیماری در شبه‌قاره هند و دیگر نقاط جهان استفاده می‌شود. این گیاهیک مکمل غذایی تشکیل شده از ترکیبات مختلف از جمله پلی فنول‌ها و آلکالوئیدهاست که ظرفیت مهار رادیکال‌های آزاد را دارند. مطالعات مختلف اثر ضدالتهاب، ضد تومور، ضد استرس، و آنتی‌اکسیدانی این گیاه را بدون هرگونه عوارض جانبی یا مسمومیت به همراه افزایش ایمنیاثبات نموده است[٦]. در پاکستان و در بلوچستان این گیاه به وفور یافت می‌شود. خاصیت انعقاد شیر به پالپ و پوسته آن وبه واسطه‌ی وجود یک آنزیمدر آن نسبت داده‌شده است. تحت شرایط مطلوب یک بخش از آنزیم ۹۰۰۰۰ بخش از شیر را در نیم ساعت منعقد می‌کند. مشخص شده که یک اونس[2] میوه کواگولانس یک گالن شیر گرم را در حدود نیم ساعت منعقد می‌کند[۷]. از طرف دیگر محصولات غذایی حاوی چربی بالا دارای کالری‌زایی بالایی هستند و با توجه این که دریافت کالری بالا باعث بروز مشکلاتی در سلامت مصرف کنندگان می‌گردد، امروزه محصولات با چربی کاهش یافته با تقاضای زیادی روبرو شده‌اند. چربی باعث ایجاد کالری بالا و همچنین مسئول ایجاد بافت خامه‌ای، احساس دهانی مناسب، تقویت کننده طعم و عامل نرمی بافت است[۸]. با کاهش و یا حذف چربی آسیب جدی به بافت، خصوصیات رئولوژیکی و طعم محصول وارد می‌شود و باید از جایگزین‌های مناسب چربی جهت رفع این مشکلات استفاده کرد.اینولین ترکیبی پلیمری از مولکول‌های فروکتوز است که طبیعت به صورت کربوهیدرات ذخیره‌ای و غیر قابل هضم در گیاهانی مانند کاسنی، تره فرنگی، کنگر فرنگی و سیب زمینی ترشی یافت می‌شود. دلیل استفاده از اینولین در محصولات غذایی ویژگی‌های تغذیه‌ای، تکنولوژیکی و خاصیت پری‌بیوتیکی آن است[۹]. اینولین در معده و روده کوچک انسان هضم نشده و می‌تواند باعث ایجاد احساس سیری،کاهش کلسترول خون، کاهش میزان شیوع سرطان روده‌ی بزرگ و تقویت سیستم ایمنی بدن شده و باعث افزایش فعالیت زیستی باکتری‌های مفید و بازدارندگی رشد باکتری‌های مضر در دستگاه گوارش می‌شود[۱۰ و ۱۱]. این کربوهیدرات هنگامی که با آب مخلوط می‌شود، شبکه ژلی سه بعدی را به وجود آورده، ماندگاری کف‌ها و امولسیون‌های غذایی را بهبود بخشیده و سبب بهبود احساس دهانی با بافت قابل گسترش می‌شود به همین دلیل می‌تواند به عنوان جایگزین چربی در مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد[۱۲]. عباباف و جوینده (۱۳۹۷) تأثیر اینولین بر ویژگی‌های بافتی ماست سویای سین‌بیوتیک طی نگه‌داری را بررسی کردند. نتایج نشان داد با افزایش غلظت اینولین، پارامترهای سفتی، حالت صمغی بودن و قابلیت جوندگی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت ($p>۰/۰۰۱$)[۱۳]. پزشکی و همکاران (۲۰۱۱) اثرات پروتئولیز میوه گیاه پنیرباد را در پنیر سفید فراپالوده (UF) در مقایسه با کیموزین خالص در رنت قارچی در طول رسیدن مورد بررسی

1. *Withaniacoagulans*

2. Ounce

قرار دادند. نتایج نشان داد که به جز pH که به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) در پنیرهای ساخته شده با *ویتانیاکواگولانس* بیشتر بود، دیگر هیچ تفاوت معنی‌داری در طول تولید پنیر آماده سازی شده با رنت‌های مختلف مشاهده نشد[۱٤]. واداوانی (۲۰۱۱) تاثیر افزودن اینولین، پکتین، پلی‌دکستروز، و نشاسته مقاوم را به فرمولاسیون پنیرهای چدار و موزارلا به سه صورت افزودن مستقیم به شیر پنیرسازی، افزودن به پنیر ۱۵ روزه و پرس مجدد و همچنین تهیه یک امولسیون W/O/W و افزودن امولسیون به شیر پنیرسازی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که افزودن فیبر به صورت امولسیون W/O/Wموجب بهبود بافت پنیر کم چرب گردید[۱۵]. اسرا و همکاران (۲۰۱۸)، افزودن مالتودکسترین و صمغ کنجاک به عنوان منبع فیبرهای رژیمی محلول را در تولید پنیر کاریش[1] مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که افزودن فیبر رژیمی در مقایسه با نمونه شاهد موجب افزایش بازده، و رطوبت محصول تولیدی گردید. علاوه بر این افزودن فیبر رژیمی تاثیر مثبتی بر روی زنده مانی بیفیدوباکتری‌ها داشت[۱٦]. همچنین افزودن فیبر رژیمی موجب نرمی بافت و بهبود ویژگی‌های ارگانولپتیک محصول گردید. هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر استفاده از عصاره پروتئازی استخراج‌شده از گیاه *ویتانیا کواگولانس*به عنوانجایگزین رنت،به همراه اینولین به عنوان ماده پری‌بیوتیک در تولید پنیر فراپالایش و بررسی ویژگی-های حسی و بافتی محصول تولیدی بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد مورد استفاده

نمونه های گیاه پنیر باد از منطقه ی سراوان استان سیستان و بلوچستان در فصل تابستان جمع آوری و برای واحد تحقیقات و نوآوری شرکت صباح ارسال گردید. میوه‌ها پس از شستشو در دمای محیط خشک شدند. برای تهیه پنیر از شیر تازه (۰/۱٤ درصد اسید لاکتیک، ۱۱/۵۷ درصد ماده خشک، ۳/٤ درصد چربی و ۳/۰٦۵ درصد پروتئین) استفاده گردید. پودر استارتر (شرکت دانیسکوی آلمان) و رنت (کیمکس از نوع کیموزین نوترکیب) و اینولین زنجیره بلند با توانایی حرارتی بالا (Beneo، نوع OraftiHPX ساخت آلمان) خریداری گردید. سایر مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق از درجه خلوص بالا برخوردار بوده و از شرکت مرک آلمان خریداری گردیدند.

۲-۲-تهیه عصاره پنیر باد

جهت تهیه عصاره آبی از روش ناز و همکاران (۲۰۰۹) استفاده شد[۷]. مقدار ۲۰ گرم از میوه گیاه پنیرباد با ۱۲۰ میلی‌لیتر محلول ۸۵٪ درصد Nacl مخلوط به مدت سه دقیقه در دمای محیط همگن شد. سپس مخلوط حاصل به مدت ۲٤ ساعت در دمای ٤°C قرار گرفت. برای جداسازی مواد نامحلول، محلول حاصل به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ٤ درجه با دور g ×5000 سانتریفیوز شد. محلول رویی حاصل از سانتریفیوژ تا زمان استفاده در دمای ٤°C نگهداری شد.

۲-۳-روش تولید پنیر

پنیر تولیدی مطابق روش دانش و همکاران (۱۳۹٦) در کارخانه شیر فجرصباح گنبد کاووس تولید گردید[۱۷]. شیر با کیفیت و استاندارد بالا از لحاظ میکروبی و فیزیکوشیمیایی پس از خنک شدن در مبدل حرارتی با دمای ٦°C-٤ وارد مخازن نگهداری شیر خام مخصوص تولید پنیر شد. پس از استاندارد کردن میزان چربی شیر در سپراتور، شیر با چربی استاندارد طی دو مرحله باکتریفوگاسیون گردید تا بیش از ۹۹ درصد از بار میکروبی آن کاسته شود. سپس شیر در مبدل حرارتی صفحه‌ای در دمای۷٦°C به مدت ۱۵ ثانیه پاستوریزه و در مخازن نگهداری شیر پاستوریزه در دمای۵۵°C ذخیره شد. شیرجهت تغلیظ با همین دما وارد صافی‌های غشایی شده و پس از تغلیظ ناتراوه جهت مایه‌زنی به۳۲°Cرسید و به آن مقدار ۰/۰۲ درصد مخلوط پودر استارتر مزوفیل و ترموفیل اضافه گردید. پس از افزودن مقادیر ۱،۲ و ۳ درصد از عصاره‌ی گیاه پنیر باد و مقادیر ۰/۵، ۱ و ۱/۵ اینولین به ناتراوه، نمونه‌ها در داخل بسته‌های پنیر توزیع گردید. پس از عبور نمونه‌ها از تونل انعقاد و سپری شدن مدت زمان لازم و تشکیل لخته، عمل نمک زنی (٪وزنی/وزنی) و دربندی ظروف پنیر در دستگاه روتامین انجام گرفت و پس از گرمخانه گذاری در دمای ۳۷ C° و رسیدن pH نمونه‌ها به ٤/۸، نمونه‌های پنیر به سردخانه با دمای۷ C°±۱ منتقل شدند و مورد آزمون‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و میکروبی قرار گرفتند.

1. Karieshcheese

۲-٤-آزمون‌ها

۲-٤-۱-pH و اسیدیته

نمونه‌ها با استفاده از دستگاه pHمتر دیجیتال (مدل AZ۸٦٥۰۲) و با وارد کردن پروبpH متر به صورت مستقیم درون تیمارها اندازه‌گیری شد (پریرا[1] و همکاران، ۲۰۰۸).اسیدیته پنیر از طریق تعیین مقدار اسیدلاکتیک قابل سنجش به وسیله تیتر کردن محلول رقیق شده از پنیر با یک محلول قلیایی استاندارد (سود یک دهم نرمال) در حضور معرف فنل فتائین مطابق با روشAOAC (۲۰۰۰) اندازه گیری شد[۱۸].

۲-٤-۲-رطوبت

رطوبت نمونه‌های پنیر به روش آون گذاری مطابق با روش-AOAC (۲۰۰۰) اندازه‌گیری شد. ٥ گرم از نمونه یکنواخت شده از پنیر در ظرفی که به وزن ثابت رسیده بود ریخته شد و در آون ۱۰٥-۱۱۰ قرار داده شد تا به وزن ثابت برسد. اختلاف وزن میزان رطوبت و آنچه در ظرف باقی ماند به‌عنوان ماده خشک گزارش شد[۱۸].

۲-٤-۳-آب‌اندازی

اندازه‌گیری میزان آب اندازی از طریق نسبت وزنی آب‌پنیر به دلمه بعد از خروج آب دلمه انجام شد [۱۹].

۲-٤-٤-اندازه‌گیری رنگ

رنگ نمونه‌های پنیر با استفاده از رنگ‌سنج[2](سری CR-٤۰۰، ساخت ژاپن) انجام گرفت که در آن L* (L.value)، b*(b.value)وa*(a.value) به ترتیب نشان‌دهنده سفیدی، زردی و قرمزی می‌باشند[۲۰].

۲-٤-٥-آزمون بافت

آزمون پروفیل بافت(TPA) غالب‌ترین آزمون تقلیدی مورد استفاده می‌باشد که نمونه به تقلید از اقدامات انسان در طی عمل جویدن دو بار فشرده می‌شود. TPA توسطدستگاهسنجشبافت (Stable MicroSystem[3]، مدلTA.XT.PLUS، ساخت انگلستان) و با استفاده از پروپ شماره P/5S ، انجامگرفت[۲۱].

۲-٤-٦-ارزیابی حسی

در این قسمت خصوصیات ارگانولپتیکی نمونه‌های پنیر سفید ایرانی تهیه شده به روش فراپالایش شامل: رنگ و ظاهر، طعم و رایحه و قوام و بافتتوسط تعدادیارزیاب مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌ها از طریق یک آزمون ترجیحی نه نقطه‌ای با یکدیگر مقایسه شدند. بر اساس اهمیت هر یک از صفات کیفی مورد نظر، برای هر یک از صفات بنا بر پیشنهاد IDF (۱۹۸۷) ضریبی در نظر گرفته شد[۲۲]، بدین نحو که نتایج مربوط به طعم و رایحه که بیشترین اهمیت را دارددر ضریب ٥، بافت در ضریب ٤ و ظاهر و رنگ در ضریب ۱ ضرب گردید که درمجموع هر تیمار حداکثر ۱۰۰ امتیاز می‌توانست به دست آورد[۲۳].

۲-٥- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق با توجه به دو متغیر، درصد اینولین (در ۳ سطح ۰/٥، ۱ و ۱/٥درصد) و درصد عصاره پنیر باد (در ۳ سطح ۱، ۲ و ۳ درصد) تعداد ۹ تیمار پنیر تهیه و در سه تکرار تولید شد. تجزیه و تحلیل نتایج در قالب طرح فاکتوریل بر پایه‌ی طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲٤ انجام شد. میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹٥ درصد مورد مقایسه قرار گرفت. نمودارها با بهره‌گیری از نرم‌افزار Excel ترسیم و گزارش شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱-pH و اسیدیته

نمودارهای ۱و ۲ اثر متقابل میان دو متغیر غلظت آنزیم گیاه پنیرباد و اینولین را بر مقادیر pH و اسیدیته نشان می‌دهد. طبق این نمودارها و جدول آنالیز واریانس (جدول ۱) تاثیر متقابل معنی‌داری میان دو متغیر غلظت آنزیم گیاه پنیر باد و اینولین در مقدار pH و اسیدیته نمونه‌های پنیر وجود داشت ($p<۰/۰۰۱$) به‌طورکلی، در نمونه‌های پنیر تهیه شده با آنزیم گیاهی و حاوی اینولین با افزایش هر دو متغیر میزان pH کاهش و میزان اسیدیته افزایش یافت. به عنوان مثال در نمونه‌های حاوی ۱/٥ درصد اینولین با افزایش درصد عصاره گیاهی از ۱ به ۳ درصد pH نمونه‌ها از ٤/٦ به ٤/٥۲ کاهش یافت. همچنین در نمونه‌های حاوی ۳ درصد عصاره آنزیمی گیاهی با افزایش میزان اینولین از

1. Pereira
2. Chroma meter
3. Texture Analyzer

۰/۵ به ۱/۵ درصد pH نمونه‌ها از ٤/۵۷ به ٤/۵۲ کاهش یافت.از آن‌جایی‌که افزایش pH حاصل از اسیدهای آمینه آزاد شده طی فرآیند پروتئولیز، به‌نوعی، کاهشpH حاصل از تخمیر لاکتوز را جبران می‌کند و همچنین مواد معدنی متصل به میسل‌های کازئینی، به واسطه نقش بافری خود، از تغییرات شدید pH جلوگیری به عمل می‌آورند[۲٤]. پس می‌توان علت این‌که در برخی مقادیر عصاره با افزایش pH میزان اسیدیته نیز افزایش یافته است را توجیه کرد از طرفی علت بالاتر بودن اسیدیته همزمان با افزایش مقدار آنزیم گیاهی می‌تواند به‌دلیل بالاتر بودن تعداد باکتری‌های استارتر در پنیر باشد. مطابق نتایج این تحقیق، افزایش میزان آنزیم گیاهی باعث افزایش تعداد باکتری‌های استارتر نسبت به نمونه شاهد گردید. لاکتوباسیل‌ها بخشی از فلور میکروبی پنیر بوده که نقش مهمی را در طی رسیدن آن ایفا می‌کنند[۲۵]. این گروه میکروبی سبب افزایش میزان پپتیدهای کوتاه زنجیر، اسیدهای آمینه آزاد و اسیدهای چرب آزاد در پنیر می‌شوند[۲٦]. پس می‌توان گفت به دلیل بالاتر بودن باکتری‌های استارتر در نمونه‌های پنیر فراپالوده حاوی مقادیر بالاتر عصاره گیاهی، میزان افزایش اسیدیته این نمونه‌ها بالاتر می‌باشد. دلیل کاهش pH و افزایش اسیدیته به علت افزایش غلظت اینولین می‌تواند مربوط به تأثیر پری‌بیوتیکی اینولین بر بهبود فعالیت و رشد باکتری‌های پروبیوتیک باشد، که قبلا توسط محققین دیگر گزارش گردیده است[۲۷]. به عبارتی با افزایش فعالیت باکتری‌های پروبیوتیک میزان تولید متابولیت‌های اسیدی حاصل از فعالیت آن‌ها افزایش یافته که همین مسئله می‌تواند در افزایش اسیدیته و کاهش pH نهایی محصول نقش داشته باشد. در راستای نتایج این پژوهش آکالین واریسیر (۲۰۰۸) گزارش کردند که با افزایش اینولین در بستنی، میزان اسیدیته به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. افزودن اینولین در بستنی و به دنبال آن تشکیل حالت ژلی سبب تأخیر در غیر فعال شدن استارترها هنگام نگهداری در یخچال و بنابراین افزایش اسیدیته و کاهش pH محصول می‌شود[۲۸].

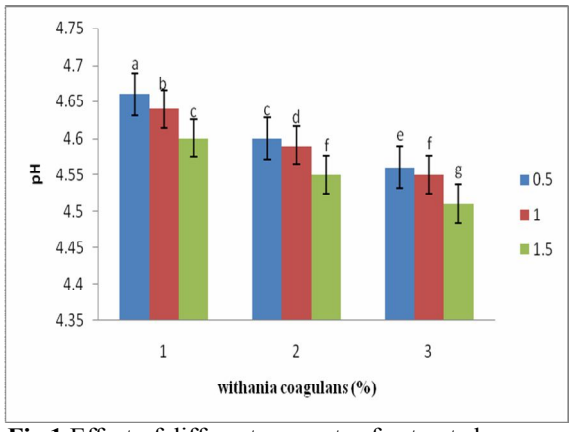

Fig 1 Effect of different amounts of extracted enzyme and inulin on the pH of cheese samples

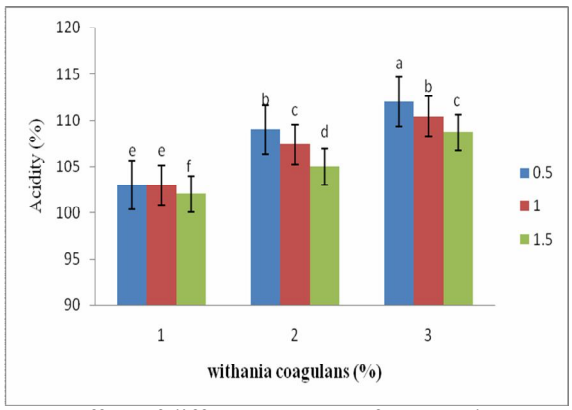

Fig 2 Effect of different amounts of extracted enzyme and inulin on the Acidity of cheese samples

Table 1 Results of analysis of variance about the effect of plant enzyme and inulin on pH, acidity, synersis and moisture of cheese

Sources Change	DF	average of squares			
		pH	Acidity	Synersis	Moisture
Inulin	4	0.318**	31.37**	1.48**	0.067**
Enzyme	٦	0.107**	51.36**	1.69**	0.091**
Enzyme× Inulin	12	0.207**	40.26**	2.47**	0.999**
Error	-	1.32	0.72	0.001	0.02

* Significant at 5% probability level, ** Significant at 1% probability level, ns No significance

۳-۲-رطوبت

نمودار ۳اثر متقابل میان دو متغیر غلظت آنزیم گیاه پنیرباد و اینولین را بر مقادیر رطوبت را نشان می‌دهد. طبق این نمودار و

جدول آنالیز واریانس (جدول ۱) تاثیر متقابل معنی‌داری میان دو متغیر غلظت آنزیم گیاه پنیر باد و اینولین در مقدار نمونه‌های پنیر وجود داشت ($p<۰/۰۰۱$) به‌طورکلی، در نمونه‌های پنیر تهیه شده با آنزیم گیاهی و حاوی اینولین با افزایش آنزیم گیاهی میزان رطوبت افزایش و با افزایش اینولین میزان رطوبت کاهش یافت.در نمونه‌های تولیدی با ۳ درصد آنزیم گیاهی رطوبت نمونه‌های پنیر حاوی ۰/۵ درصد اینولین در مقایسه با نمونه‌های حاوی ۱/۵ درصد اینولین از ٦٧/٧ به ٦٥/٢ درصد کاهش یافت.پزشکی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند با افزایش میزان آنزیم گیاهی به نمونه‌های مورد بررسی، میزان پروتئولیز به‌شدت افزایش می‌یابد[١٤]. با توجه به اینکه پروتئولیز با آزاد ساختن گروه‌های قطبی مثل گروهای آمین و کربوکسیل اسیدهای آمینه و پپتیدها باعث افزایش قابلیت حل شدن و جذب آب پروتئین‌ها می‌شود، به همین خاطر هر چه شدت پروتئولیز بالاتر باشد جذب آب بیشتر می‌شود[۲۹]. سودام و همکاران (۲۰۱۵) نیز عنوان کردند که با افزایش رنت گیاهی، میزان رطوبت نمونه‌های پنیر افزایش یافت[۳۰]. پس می‌توان گفت به‌دلیل بالاتر بودن پروتئولیز در نمونه‌های پنیر فراپالوده حاوی مقادیر بالاتر عصاره گیاهی، میزان افزایش رطوبت این نمونه‌ها بالاتر می‌باشد. کاهش رطوبت با افزودن اینولین را می‌توان به دلیل ظرفیت نگه‌داری آب بالای اینولین عنوان کردند[۳۱]. نتایج رینالدونی و همکاران (۲۰۱۲) نیزنشان دهنده این بود که افزایش غلظت اینولین باعث افزایش میزان ماده خشک و کاهش رطوبت ماست سویا می‌گردد[۳۲]. کودینا و همکاران(۲۰۰٦) و هاگر و همکاران (۲۰۱۱) نیز به خاصیت جذب آب اینولین اشاره کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که اینولین در مقایسه با سایر فیبرها به دلیل نوع ساختاری که دارد علاوه بر جذب آب بیشتر به دلیل حلالیت در آب، در مرحله پخت کیک و نان نیز میزان آب بیشتری از دست می‌دهد و این عامل سبب خواهد شد تا میزان رطوبت محصول نهایی کاهش یابد[۳۳ و ۳٤].

۳-۳-آب اندازی

نمودار ٤اثر متقابل میان دو متغیر غلظت آنزیم گیاه پنیرباد و اینولین را بر مقادیر آب اندازی را نشان می‌دهد. طبق این نمودار و جدول آنالیز واریانس (جدول ۱) تاثیر متقابل معنی‌داری میان دو متغیر غلظت آنزیم گیاه پنیر باد و اینولین در مقدار نمونه‌های پنیر وجود داشت ($p<۰/۰۰۱$) به‌طورکلی، در نمونه‌های پنیر تهیه شده با آنزیم گیاهی و حاوی اینولین با افزایش هر دو متغییر میزان آب اندازی کاهش یافت، به‌طوری که کمترین میزان آب اندازی در نمونه تولیدی با ۳ درصد آنزیم و حاوی ۱/۵ درصد اینولین به میزان ٤/٢ درصد مشاهده گردید.

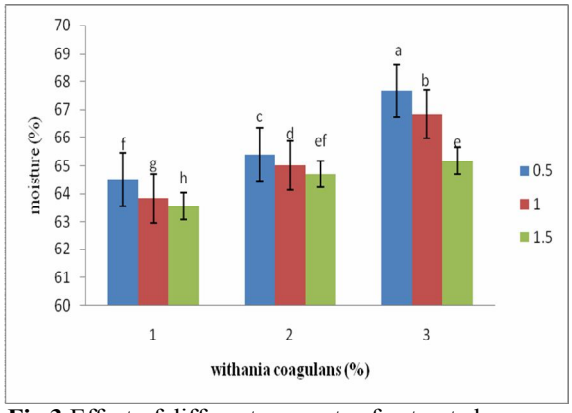

Fig 3 Effect of different amounts of extracted enzyme and inulin on the moisture of cheese samples

با توجه به این‌که پروتئولیز با آزاد ساختن گروه‌های قطبی مثل گروه‌های آمین و کربوکسیل اسیدهای آمینه و پپتیدها باعث افزایش قابلیت حل شدن و جذب آب پروتئین‌ها می‌شود، بنابراین هر چه شدت پروتئولیز بالا باشد، جذب آب بیشتر می‌شود [۲۹] بنابراین به نظر می‌رسد که می‌توان علت کاهش آب اندازی پنیر را به افزایش جذب آب به علت افزایش پروتئولیز نسبت داد. از طرفی همانطور که گفته شد با افزایش اینولین نیز آب اندازی کاهش یافت که می‌توان دلیل آن را خاصیت جذب آب اینولین زنجیره بلند عنوان کرد که باعث مهار قسمتی از آب جدا شده از پنیر می‌گردد[۳۵]. در مطالعه‌ای تأثیر اینولین زنجیره بلند را بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبی ماست پروبیوتیک حاوی *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* مورد ارزیابی قرار دادند. این افراد مشاهده کردند که اضافه کردن اینولین باعث افزایش آب‌اندازی می‌شود که با نتایج این پژوهش مغایرت داشت. همچنین گوستاو و همکاران (۲۰۱۱)، غلظت‌هایی از پری‌بیوتیک شامل فروکتوالیگوساکارید، اینولین و نشاسته مقاوم را در ماست به کار بردند و به این نتیجه رسیدند که نمونه‌های ماست حاوی

فروکتوالیگوساکارید و اینولین دارای ویسکوزیته ظاهری، سفتی بالاتر و میزان آب‌اندازی کمتری در مقایسه با سایر ماست‌های حاوی پری‌بیوتیک و شاهد (ماست بدون پری‌بیوتیک) بودند[۲۷].

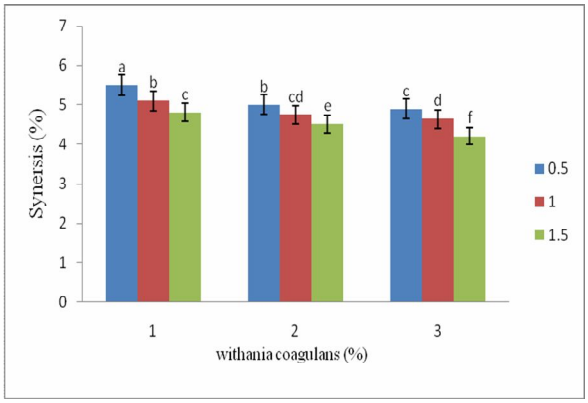

Figure 4 Effect of different amounts of extracted enzyme and inulin on the synersis of cheese samples

۳-٤-رنگ سنجی

پارامترهای رنگ برای بازاریابی محصولات و پذیرش مصرف کننده از اهمیت بالایی برخوردار هستند. حتی اگر یک ماده غذاییعملگرا بتواند مزایای سلامتی متعددی برای مصرف کنندگان داشته باشد، بدون جذابیت بصری برای مصرف کنندگان، نمی‌توانند به بازار عرضه شوند. بنابراین‌در ایده‌آل‌ترین حالت، باید رنگ محصولات غذایی پس از تولید و در طی دوره نگه‌داری بدون تغییر باقی بماند[۳٦]. نمودار ۵ اثر متقابل میان دو متغیر غلظت آنزیم گیاه پنیرباد و اینولین را بر مقادیر روشنایی (L*) را نشان می‌دهد. طبق این نمودار و جدول آنالیز واریانس (جدول ۲) تاثیر متقابل معنی‌داری میان دو متغیر غلظت آنزیم گیاه پنیر باد و اینولین در مقدار نمونه‌های پنیر وجود داشت (p<۰/۰۰۱). همانطور که مشاهده می‌شود که با افزودن آنزیم گیاهی واینولین به نمونه‌ها، میزان شاخص L* کاهش یافتو کم‌ترین میزان روشنایی در نمونه تولیدی با ۳ درصد آنزیم و حاوی ۱/۵ درصد اینولین به میزان ۷۷/۷ درصد مشاهده گردید. پروتئولیز و تأثیر بر شبکه پروتئینی باعث کاهش این شاخص در نمونه‌های شده است. کاهش سفیدی در طی دوره رسیدن احتمالاً با افزایش هیدراتاسیون پروتئین‌ها ارتباط دارد که نشان‌دهنده کاهش آب و درنتیجه کاهش بازتاب نور می‌باشد[۳۷]. کوکا و متین (۲۰۰٤) نیز اعلام کردند کاهش چربی باعث مات شدن نمونه‌هامی‌شود و با توجه به اینکه میزان چربی در نمونه‌های تهیه شده با آنزیم گیاهی کمتری بودند پس می‌توان کاهش چربی را از دلایل کاهش روشنایی دانست[۳۸].

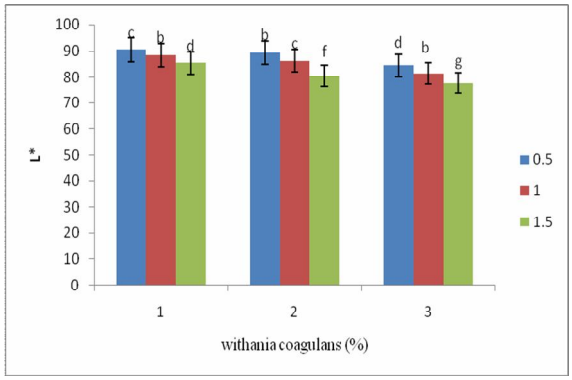

Fig 5 Effect of different amounts of extracted enzyme and inulin on the L* of cheese samples

از طرفی خاصیت جذب آب اینولین می‌تواند دلیل احتمالی کاهش روشنایی نمونه‌های پنیر باشد. اینولین به‌دلیل جذب آب باعث کاهش پراکنش نور شده و در نتیجه درجه درخشندگی کاهش می‌یابد. اندامش و جوینده (۲۰۱٦) در بررسی ویژگی‌های ماست سویا سین‌بیوتیک با استفاده از مخلوط شیر سویا و شیر گاو گزارش کرد، میزان پارامتر روشنایی (L^*) با افزایش غلظت آنزیم افزایش یافت [۳۹] که با نتیجه این پژوهش مغایرت داشت. در مطالعه شوریده و همکاران (۱۳۹۰)، درباره تاثیرD- تاگاتوز و اینولین به عنوان جایگزین ساکارز بر خصوصیات شکلات شیری، با افزایش میزان تاگاتوز و کاهش میزان اینولین، میانگین L^* افزایش یافت. کم‌ترین مقدار L^* مربوط به نمونه حاوی بیش‌ترین میزان اینولین و بیش‌ترین آن مربوط به نمونه حاوی غلظت بیشینه تاگاتوز بود[٤۰]. همچنین همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود مقدار آنزیم گیاه پنیر باد و اینولین اثر معنی‌داری (p>۰/۰۵) بر شاخص قرمزی (a*) نداشت. اما با توجه نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) اثر هر دو متغیر آنزیم گیاهی پنیر باد و اینولین بر میزان زردی (b*) معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). همانطور که در نمودار ٦ نیز مشاهده می‌شود با افزایش آنزیم گیاهی پنیر باد میزان زردی (b*) افزایش و با افزایش میزان اینولین این فاکتور کاهش معنی‌داری داشت. عبداخیر (۲۰۰۹) نشان داد که افزودن اینولین به شیر شکلاتی، باعث افزایش در مقدار b^* گردید

که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت[٤١].

٣-٥-بافت سنجی

ویژگی‌های بافتی مورد بررسی پنیر شامل (سفتی، پیوستگی، خاصیت ارتجاعی، حالت صمغی و جوندگی) بود. سفتی حداکثر نیروی مورد نیاز جهت فشرده شدن نمونه‌ها (معادل ارتفاع اوج نیرو در مرحله فشردن است) می‌باشد، پیوستگی قابلیت پهن‌شدگی و افزایش طول نمونه قبل از شکست بافت (مساحت نیروی مثبت فشردن در سیکل دوم به سیکل اول) در منحنی می‌باشد[٤٢]. نمودار ٦و ٧ اثر متقابل میان دو متغیر غلظت آنزیم گیاه پنیرباد و اینولین را بر مقادیر سفتی و پیوستگی را نشان می‌دهد. طبق این نمودار و جدول آنالیز واریانس (جدول٣) تاثیر متقابل معنی‌داری میان دو متغیر غلظت آنزیم گیاه پنیر باد و اینولین در مقدار نمونه‌های پنیر وجود داشت ($p<0/001$). همانطور که مشاهده می‌شود که با افزودن آنزیم گیاهی میزان سفتی و پیوستگی کاهش وبا افزودن اینولین به نمونه‌ها، میزان سفتی و پیوستگی نمونه‌ها افزایش یافت به طوری که بیشترین میزان سفتی در نمونه تولیدی با ١ درصد عصاره گیاهی و حاوی ١/٥ درصد اینولین به میزان ٠/٢٧٥ گرم مشاهده گردید.این نتایج با نتایج گالان و همکاران (٢٠٠٨) مطابقت داشت[٤٣]. آنها بیان کردند که تغییرات بافت به میزان پروتئولیز و پروتئین مربوط می‌باشد. هرچه مقدار این دو بیشتر باشد حالت کره‌ای و نرمی بافت در پنیرها بیشتر است. آنها در پژوهش‌های خود اعلام کردند با افزایش مقدار رنت گیاهی حالت نرمی و کره‌ای نیز افزایش می‌یابد و سفتی کم می‌شود. پس می‌توان گفت به‌دلیل پروتئولیز بیش‌تر در نمونه‌های پنیر فراپالوده حاوی مقادیر بالاتر عصاره گیاهی، میزان سفتی این نمونه‌ها کاهش می‌یابد. از طرفی اینولین با داشتن توانایی بالا در جذب آب می‌تواند دلیل سفتی بافت نمونه‌های پنیر باشد.

Table 2 Results of analysis of variance of the effect of plant enzyme and inulin on L*, a* and b* of cheese

Sources Change	DF	average of squares		
		L*	a*	b*
Inulin	4	2738.38**	1.00 ns	32.08**
Enzyme	6	1973./04**	1.02 ns	29.03**
Enzyme× Inulin	12	2072.02**	0.936 ns	17.88**
Error	-	0.003	0.06	0.11

* Significant at 5% probability level, ** Significant at 1% probability level, ns No significance

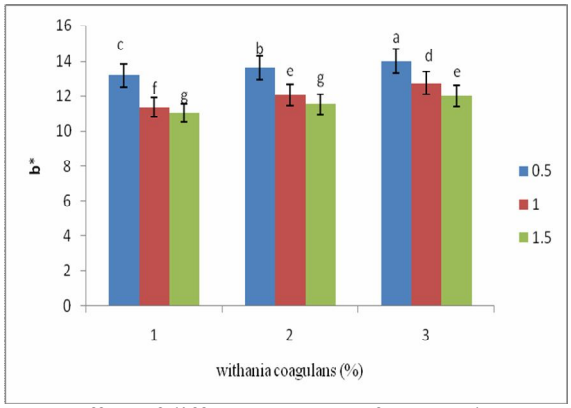

Fig 6 Effect of different amounts of extracted enzyme and inulin on the b* of cheese samples

ناگار و همکاران (٢٠٠٢) نیز گزارش کردند سفتی بافت بستنیکم چرب (٥ درصد چربی) با افزایش اینولین نسبت به نمونه شاهد (حاوی١٠ درصد چربی) بیش‌تر شد[٤٤]. آکالین و اریسیر (٢٠٠٨) هم در بررسی خود نشان دادند که سفتی بافت نمونه‌های کم‌چرب حاوی اینولین نسبت به بستنی شاهد بیش‌تر بود[٢٨]. همانطور که در جدول ٣ نشان داده شده است مقدار افزودن آنزیم گیاهی پنیر باد و اینولین بر روی حالت ارتجاعی تأثیرمعنی‌داری ($p>0/05$) نداشته است.در بررسی میزان جوندگی و صمغی بودن طبق نمودار (٨) نتایج نشان داد، غلظت‌های مختلف اینولین باعث افزایش قابلیت جوندگی و حالت صمغیبودن و افزایش آنزیم گیاهی پنیر باد باعث کاهش آن درنمونه‌های پنیر گردید، به طوری که بیشترین میزان صمغی بودن در نمونه تولیدی با ١ درصد عصاره گیاهی و حاوی ١/٥ درصد اینولین به میزان ٠/٢٧٥ گرم مشاهده گردید. بیگمی و همکاران (١٣٩٢) نیز کاهش میزان

حالت صمغی را با افزودن رنت گیاهی به پنیر گزارش کردند[٤٥]. مطالعات نشان می‌دهد که علت اصلی کاهش صفات بافتی هیدرولیز آنزیمی ترکیبات پنیر به ویژه تجزیه پروتئین‌ها می‌باشد. پروتئولیز باعث شکسته شدن پیوندهای داخلی و بینابینی در ماتریکس پروتئین و در نتیجه بازشدن شبکه پروتئینی و کاهش حالت کشسانی آن می‌شود[٤٦].

Table 3 Results of analysis of variance of the effect of plant enzyme and inulin on Hardness, Cohesiveness, Gumminess,Chewiness and adhesiveness of cheese

Sources Change	DF	average of squares				
		Hardness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	adhesiveness
Inulin	4	0.418**	0.0001**	0.071**	0.007**	3.27 ns
Enzyme	6	0.296**	0.002**	0.052**	0.015**	2.67 ns
Enzyme× Inulin	12	0.729**	0.0182**	0.066**	0.11**	2.35 ns
Error	-	0.05	0.07	0.005	0.01	0.02

* Significant at 5% probability level, ** Significant at 1% probability level, ns No significance

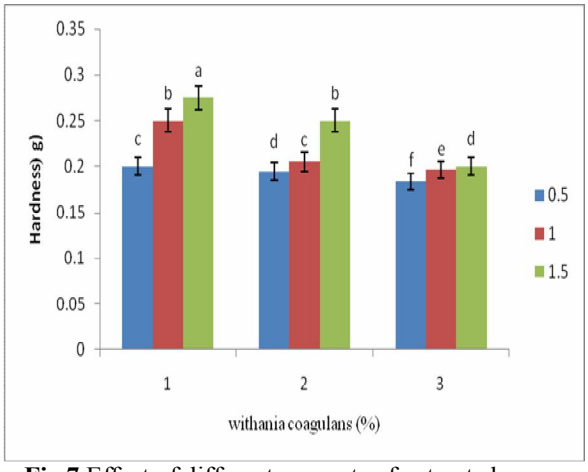

Fig 7 Effect of different amounts of extracted enzyme and inulin on the Hardness of cheese samples

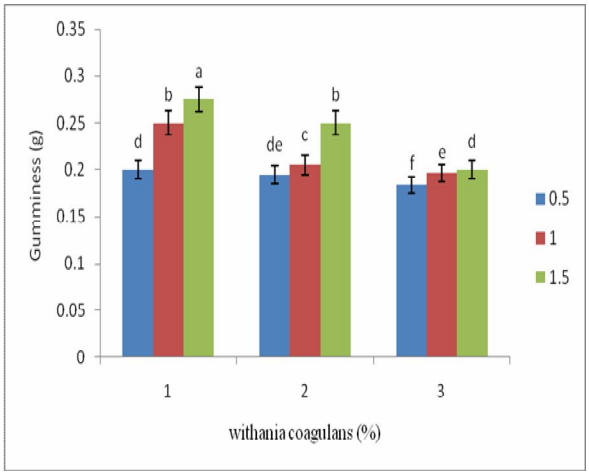

Fig 9 Effect of different amounts of extracted enzyme and inulin on the Gumminess of cheese samples

۳-٦-ارزیابی حسی

جدول ٤ اثر مقدار آنزیم گیاهی پنیر باد و اینولین بر امتیاز ارزیابی حسی را نشان می‌دهد. طبق این جدول مقدار آنزیم اثر معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) بر امتیاز رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی داشته است همچنین میزان اینولین نیز تأثیر معنی‌داری بر طعم و بافت و پذیرش کلی داشت و بر رنگ محصول تأثیر معنی‌داری نداشت ($p>۰/۰۵$). به‌طورکلی، در نمونه‌های پنیر تهیه شده با آنزیم گیاهی با افزایش مقدار آنزیم میزان امتیاز رنگ (مطابق با روش رنگ‌سنجی)، طعم و بافت (مطابق با روش بافت سنجی) کاهش یافت. همچنین افزودن اینولین باعث کاهش طعم و افزایش بافت و پذیرش کلی در نمونه‌ها شد. بسیاری از منعقد کننده‌های گیاهی منجر به عملکرد ضعیف پنیر، طعم تلخ و نقص در بافت پنیر

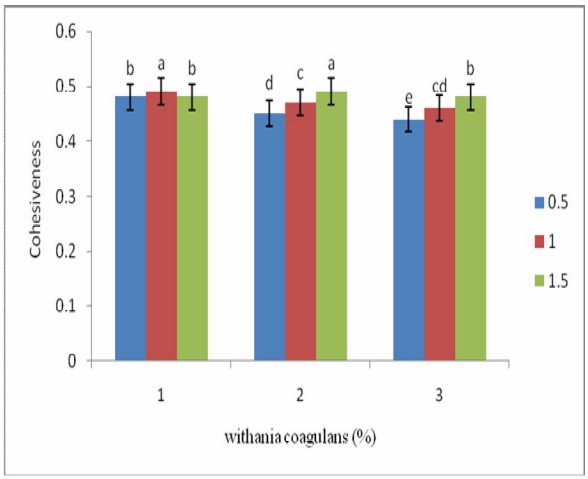

Fig 8 Effect of different amounts of extracted enzyme and inulin on the Cohesiveness of cheese samples

می‌شوند[٤٧]. برخی پروتئازها به‌طور اختصاصی روی کازئین اثر می‌گذارند و منجر به تولید پپتیدهای هیدروفوبیک می‌شوند و پپتیدهای هیدروفوبیک باعث ایجاد طعم تلخ در پنیر می‌شوند[٤٨]. پس می‌توان گفت به‌دلیل بالاتر بودن پروتئولیز و اختصاصی عمل کردن در نمونه‌های پنیر حاوی مقادیر بالای عصاره گیاهی، میزان این پپتیدهای تلخ افزایش و باعث کاهش امتیاز طعم محصول شده است.

Table 4 Results of analysis of variance of the effect of plant enzyme and inulin on Sensory evaluationof cheese

Sources Change	DF	average of squares			
		Color	Taste	Texture	Overall acceptance
Inulin	4	29.30 ^{ns}	5.73***	0.003***	0.0003***
Enzyme	6	11.38*	4.023**	1.830**	0.027***
Enzyme× Inulin	12	72.93 ^{ns}	3.92*	2.53**	0.872*
Error	-	3.48	1.73	2.36	1.02

* Significant at 5% probability level, ** Significant at 1% probability level, ns No significance

٤- نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصل از این پژوهش پس از بررسی اثرات آنزیم گیاه پنیرباد و اینولین به‌عنوان منعقد کننده گیاهی و پروبیوتیک بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، شاخص‌های رنگ، ویژگی‌های حسی و بافتی نمونه‌های پنیر سفید ایرانی مشخص شد که اکثر صفات مورد ارزیابی به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر فاکتورهای مورد آزمون قرار گرفته‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از مقادیر مختلف منعقد کننده گیاهی و اینولین سبب کاهش آب‌اندازی و سفتی نمونه‌ها و به دنبال آن افزایش رطوبت می‌گردد. با افزودن آنزیم گیاهی میزان سفتی و پیوستگی کاهش وبا افزودن اینولین به نمونه‌ها، میزان سفتی و پیوستگی نمونه‌ها افزایش یافت. با توجه به این که آنزیم پروتئازی *ویتانیا گوآگولانس* موجب افزایش پروتئولیز و تولید پپتیدهای تلخ می‌گردد، این امر تاثیر منفی بر خواص حسی و طعم محصول نشان داد. مطابق نتایج این تحقیق، افزایش میزان آنزیم گیاهی باعث افزایش تعداد باکتری‌های استارتر نسبت به نمونه شاهد گردید. نتایج این تحقیق بیانگر این است که می‌توان عصاره گیاهی *ویتانیا گوآگولانس* را جایگزین آنزیم رنت مورد استفاده در صنعت نمود اما جهت جلوگیری از اثرات منفی پروتئولیز بر بافت پنیر از منابع فیبر نظیر اینولین استفاده نمود. با توجه به این‌که گیاه مذکور بومی مناطقی از کشور هست، می‌توان با استفاده از عصاره حاصل از این منبع طبیعی گامی بلند در جهت جلوگیری از خروج ارز جهت واردات آنزیم رنت برداشت.

٥- سپاسگزاری

نویسنده مقاله بر خود لازم می‌داند از حمایت‌های بی‌دریغ گروه صنعتی صباح بویژه آقای دکتر محمود ابراهیمی قائم مقام و معاونت بازرگانی شرکت صباح تشکر و قدردانی نماید.

٦- منابع

[1] Gunasekaran, S. and Ak, M. M. 2002. *Cheese rheology and texture*. CRC press.

[2] Chazarra, S., Sidrach, L., Lopez-Molina, D. and Rodriguez-Lopez J N. (2007). Characterization of the milk-clotting properties of extracts from artichoke (*Cynarascolymus, L.*) flowers. International Dairy Journal 17: 1393–1400.

[3] Alizadeh M., and Ehsani M, 2002. Comparsion of Mucor.miehei's Rennet with animal and commercial rennet. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 34(1): 207-212.

[4] Jacob, M., Jaros, D. and Rohm, H. 2011. Recent advances in milk clotting enzymes. *International Journal of Dairy Technology*, 64(1): 14-33.

[5] Pino, A., Prados, F., Galán, E., McSweeney,

P. L. and Fernández-Salguero, J. 2009. Proteolysis during the ripening of goats' milk cheese made with plant coagulant or calf rennet. *Food Research International*, 42(3): 324-330.

[6] Alam, N., Hossain, M., Khalil, M. I., Moniruzzaman, M., Sulaiman, S. A. and Gan, S. H. 2012. Recent advances in elucidating the biological properties of Withaniasomnifera and its potential role in health benefits. *Phytochemistry Reviews*, 11(1): 97-112.

[7] Naz, S., Masud, T. and Nawaz, M. A. 2009. Characterization of milk coagulating properties from the extract of *Withaniacoagulans*. International Journal of Dairy Technology, 62(3): 315-320.

[8] Gheibi, S.H. Nikibakhsh, A.A. Goshaderou, R. 2015. Evaluation the Response to Treatment of Vitamin D Deficiency in Iranian Overweight/obese Children.International Journal of Pediatrics. 4(2): 1305-13.

[9] Helal A., Rashid N.N., Dyab, N.E., Otaibi, M.A., Alnemr, T.M. 2018. Enhanced functional, sensory, microbial and texture properties of low-fat set yogurt supplemented with high-density Inulin. Journal Food Processing & Beverages.;6(1): 11.

[10] Meyer, D., Bayarri, S., Tárrega, A., Costell, E. 2011. Inulin as texture modifier in dairy products.Food Hydrocolloids. 25: 188-1890.

[11] Ehsani J., Mohsenzadeh, M., Khomeiri M., &Ghasemnejad, A. 2018. A review on extraction of Inulin from plant sources. 3rd International Conference on Agricultural Engineering and Natural Resources

[12] Muzammil, H. 2018. Viability of Probiotics in Frozen Yogurt Supplemented with Inulin and Glycerol. International Journal of Nutrition and Food Sciences 7(4):116.

[13] AbabafKh., Joyandeh H. 2018. The effect of inulin on the tissue properties of synbiotic soy yogurt during storage. 2nd International Congress and 25th National Congress of Food Science and Technology of Iran, Sari-Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iranian Food Science and Technology Association.

[14] Pezeshki, A., Hesari, J., Ahmadi Zonoz, A., &Ghambarzadeh, B. 2011. Influence of Withaniacoagulans Protease as a vegetable rennet on proteolysis of Iranian UF white cheese. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13: 567-576.

[15] Esraa, M.M., Abo-Srea, M.M., & Ammar, M.A. 2018. Effect of Certain Dietary Fibers on Kariesh Cheese Characteristics. Journal of Food and Dairy Science, Mansoura University, 8: 1-5.

[16] Wadhwani, R. 2011. Investigating the Strategies to Improve the Quality of Low-Fat Mozzarella and Cheddar Cheeses. PhD dissertation, Utah State University, Logan, Utah.

[17] Danesh, E., Jooyandeh, H., &Goudarzi, M. 2017. Influence of transglutaminase treatment and whey protein isolate on physicochemical, textural and organoleptic properties of low-fat white-brined cheese. Jounal of Food Science and Technology, 14 (68): 1-16.

[18] AOAC. 2000.Official Methods of Analysis. 17thed, Association of official Analytical chemists, Gaithersburg, Maryland, USA.

[19] ZareJamshidi, N., and Hesari, J. 2013. The effect of exopolysaccharid –producing starters on the proteolysis and lipolysis of the ultrafiltered white cheese. Journal of Food Researches. 23 (2): 249-257.

[20] Cooke, D. R., Khosrowshahi, A. and McSweeney, P. L. 2013. Effect of gum tragacanth on the rheological and functional properties of full-fat and half-fat Cheddar cheese. Dairy Science & Technology, 93(1): 45-62.

[21] Jooyandeh, H. 2009. Effect of fermented whey protein concentrate on texture of Iranain white cheese. *Journal of texture studies*. 40(5): 497-510.

[22] IDF, 1987. Cheese and processed cheese. Determination of the total solids content (Standard No. 4A) Brussels: International Dairy Federation.

[23]Katsiari, M. C., Voutsinas, L. P., Kondyli, E., and Alichanidis, E. 2002. Flavour enhancement of low-fat Feta-type cheese using a commercial adjunct culture. *Food Chemistry*, 79(2), 193-198.

[24] Karami, M., Ehsani, M. R., Mousavi, S. M., Rezaei, K., & Safari, M. 2009. Changes in the rheological properties of Iranian UF-Feta cheese during ripening. *Food chemistry*, 112(3: 539-544.

[25] Beresford, T. P., Fitzsimons, N. A.,

Brennan, N. L., and Cogan, T. M. (2001). Recent advances in cheese microbiology. *International Dairy Journal*, 11(4), 259-274.

[26] Arenas R., Gonzalez L., Bernardo A., Fresno J. M., and Tornadijo M. E. 2004. Microbiological and physico-chemical changes in Genestoso cheese, a Spanish acid curd variety, throughout ripening., cheese microbiology. International Dairy Journal 11: 259–274.

[27] Gustaw, W., Kordowska-Wiater, M. and Koziol, J. 2011. The influence of selected *ScientiarumPolonorumTechnologiaAliment*aria . 10(4): 455-466.

[28] Akalin, A. and Erisir, D. 2008. Effects of Inulin and Oligofructose on theRheological Characteristics and Probiotic CultureSurvival in Low-Fat Probiotic Ice Cream.*Food Microbiology and Safety*. 4: 184-188.

[29] Brunner. J. R..1981. Cow milk proteins: Twenty-five years of progress. Journal of Dairy Science. 64: 1038-1050.

[30] Soodam, K., Ong, L., Powell, L. B., Kentish, S. E., Gras. 2015. Effect of rennet on the composition, proteolysis and microstructure of reduced-fat Cheddar cheese during ripening. Dairy Sci. & Technol. 95:665–686.

[31] Aryana, K. J. and Mcgrew, P. 2007. Quality attributes of yogurt with *lactobacillus* and various prebiotics. LWT-Food Science and Technology. 40: 1808-1814.

[32] Rinaldoni, A. N., Campderros, M. E. and Padilla, A. P. 2012. Physico-chemical and sensory properties of yogurt from ultra filtreted soy milk concentrate added with inulin. *LWT-Food Science and Technology*. 45: 142-147.

[33] Codina, G. G.andBilan E. 2006. Using Inulin in bakery products. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 12(1):225-230.

[34] Hager AS., Ryan L.,Schwab C. and Ganzle M. G. 2011. Influence of the soluble fibres Inulin and oat β -glucan on quality of dough and bread. *Europ Food Research Technology*. 232(3): 405-413.

[35] Pimentel, T., Garcia, S. and Prudencio, H. S. 2012. Effect of long-chain inulin on the texture profile and survival of *Lactobacillus*paracasei ssp. paracasei in set yoghurts during refrigerated storage. *International Journal of Dairy Technology*. 65 (1): 104-110.

[36] Seçkin AK, Baladura E. 2012. Effect of using some dietary fibers on color, texture and sensory properties of strained yogurt. GIDA.37(2): 63-69.

[37] Rahimi, J., Khosrowshahi, A., Madadlou, A., &Aziznia, S. 2007. Texture of low-fat Iranian white cheese as influenced by gum tragacanth as a fat replacer. *Journal of dairy science*, 90(9): 4058-4070.

[38] Koca, N., &Metin, M. 2004. Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers. *International Dairy Journal*, 14(4): 365-373.

[39] Andamesh M. &Joyandeh H. 2106. Evaluation of the properties of synbiotic soy yogurt using a mixture of soy milk and cow's milk. MSc thesis, Ramin University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Pp: 88, 87.

[40] Shoorideh, M. Taslimi, A., Azizi, M. H., Mohammadifar, M. A. 2011. Study of effects of D-tagatose and inulin as sugar substitutes on the physical, chemical and rheological properties of milk chocolate. Food Science and Technology; 8 (30) :113-125

[41] Abd El-Khair. A. A. 2009. Optimization of a new version of chocolate milk for endurance performance and postexercise recovery. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 5(4): 482-489.

[42] Kealy, T. 2006. Application of liquid and solid rheological technologies to the textural characterization of semi-solid foods. Food research international, 39(3), 265-276.

[43] Galán, E., Prados, F., Pino, A., Tejada, L., and Fernández-Salguero, J. (2008). Influence of different amounts of vegetable coagulant from cardoon Cynaracardunculus and calf rennet on the proteolysis and sensory characteristics of cheeses made with sheep milk. *International Dairy Journal*, 18(1), 93-98.

[44] Nagar, G., Clowes, G., Tudorica, C., Kuri, V., and Brennan, C. 2002. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *International Journal of Dairy Technology*. 55: 89-93.

[45] Beigomi M., Mohammadifar M.A.,

GhodsRohani, M., Hashemi, M., Valizadeh, M. 2013. Partial purification and characterization of milk-clotting enzyme extracted from Withaniacoagulans fruit. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 8 (2): 31-40.

[46] Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, M. T., and McSweeney, P. L. H. 2000. Fundamentals of cheese science. Aspen publication.

[47] Lo Piero, A. R., Puglisi, I., and Petrone, G. 2002. Characterization of “Lettucine”, a serine-like protease from Lactuca sativa leaves, as a novel enzyme for milk clotting. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(8): 2439-2443.

[48] Singh, H. and Waungana, A. 2001. Influence of heat treatment of milk on cheesemaking properties. starter culture on proteolysis in a ewe's milk cheese. Food Control., 11: 195-200.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Use of *Withaniacoagulans*as herbal coagulant in the production of probiotic cheese containing inulin and evaluation of its physicochemical, sensory and textural properties

Kohkan, A. [1*]

1. MSc student of Food science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Expert of Research and Innovation Unit of Sabah Industrial Group.

ABSTRACT

In this study, proteolytic extract from*Withaniacoagulans*(at levels of 1, 2 and 3%) as a microbial rent substitute, with inulin (at levels of 0.5, 1 and 1.5%) as a prebiotic in Cheese making was used. All cheese samples prepared with plant extracts were compared in terms of physicochemical properties, color parameters, texture and sensory properties. The results of analysis of variance showed that with the addition of plant enzyme and inulin and increasing both variables, the pH decreased and the acidity increased.In cheese samples prepared with plant enzyme and containing inulin, the amount of moisture increased with increasing plant enzyme and the amount of moisture decreased with increasing inulin. With increasing both variables, the amount of synersis and L * decreased. None of the process variables had a significant effect on the amount of a* and the addition of enzyme increased and inulin decreased the yellowness (b *), also had a significant effect on tissue properties except elasticity. With the addition of plant enzyme, the amount of stiffness and cohesiveness decreased and with the addition of inulin to the samples, the amount of stiffness and cohesiveness of the samples increased and the amount of chewiness and gumminess in different concentrations of inulin increased.The results of this study showed that proteolytic extract of *Witaniacoagulans* is a suitable alternative for microbial rent and also the use of inulin with it can lead to the production of probiotic cheese with suitable textural and sensory properties.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2021/ 09/ 24
Accepted 2022/ 04/ 12

Keywords:

Plant proteases,
Withaniacoagulans,
Inulin, Cheese,
Texture properties.

DOI: 10.52547/fsct.19.124.271

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.12.9

*Corresponding Author E-Mail:
m.kohkan71@gmail.com