نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۵ شماره ۴/ سال ۱۳۹۴

استفاده از منعقد کننده گیاهی ویتانیا کوآگولانس در تولید پنیر سویا و تأثیر بهبود دهنده‌های طعم بر ویژگی‌های حسی آن

ریحانه سارانی[۱]، جواد مهتدی‌نیا[۲*] و محمد اصغری جعفرآبادی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۳/٤/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۵

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
[۲] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
[۳] استادیار گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
[*] مسئول مکاتبه: Email: mohtadiniajavad@gmail.com

چکیده

تافو یک فرآورده ژل مانند حاصل از انعقاد شیر سویا است. هدف این مطالعه استفاده از عصاره میوه ویتانیاکوآگولانس به عنوان یک منعقد کننده طبیعی در تولید تافو بود. عصاره‌ای از ویتانیاکوآگولانس تهیه گردید و به عنوان منعقد کننده شیر سویا در نسبت‌ها، زمان‌ها و درجه حرارت‌های مختلف استفاده شد، تا شرایط مناسب انعقاد شیر سویا بدست آید. سپس ویژگی‌های تافو شامل pH، رطوبت، راندمان، درصد پروتئین، چربی، ویژگی‌های بافتی (سختی، پیوستگی، حالت ارتجاعی، حالت صمغی) و ویژگی‌های حسی مورد بررسی قرارگرفت و با ویژگی‌های تافوی منعقد شده با سولفات کلسیم (نمونه کنترل) مقایسه شد. به منظور بهبود خواص حسی تافو از افزودنی‌های مختلف استفاده و با نمونه شاهد مقایسه گردید. کلیه آزمونها در سه تکرار انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون t مستقل و ویژگی‌های حسی با آزمون فریدمن و درسطح اطمینان ۹۵ درصد انجام پذیرفت. نتایج نشان داد؛ pH، راندمان و درصد رطوبت تافوی منعقد شده با عصاره ویتانیاکوآگولانس پائین‌تر از نمونه شاهد بود، درصد پروتئین و چربی دو نمونه تفاوت معنی‌داری نداشت. بررسی ویژگی‌های بافتی پنیر سویا تولید شده با دو نوع منعقد کننده دلالت بر اختلاف معنی‌داری در مقدار تمام صفات اندازه‌گیری شده داشت. بر طبق این یافته‌ها می توان از عصاره ویتانیاکوآگولانس به عنوان یک منعقدکننده طبیعی در انعقاد شیر سویا استفاده کرد.

واژگان کلیدی: تافو، شیر سویا، منعقد کننده، ویتانیاکوآگولانس

مقدمه

سویا بر حسب ماده خشک حاوی حدود ۳۵-٤۰٪ پروتئین می‌باشد که از این رو یک منبع عمده و ارزان قیمت پروتئین برای مصرف انسان می‌باشد (دربایشیر و همکاران ۱۹۷٦). با اینکه معمو لاً به نظر می‌رسد که سویا دارای یک ماهیت واحدی باشد، اما به عنوان غذا در فرم‌های بسیار متفاوت به مصرف می‌رسد که این غذاها

Archive of SID

www.SID.ir

با استفاده از متدهای مختلف تولید شده و هر کدام دارای ارزش‌های مختص خود می‌باشند. کشورهای مختلف از روش‌های متفاوتی برای تولید این غذاها استفاده می‌نمایند که با در نظر گرفتن تاریخچه طولانی سویا، این امر چندان تعجب آور نیست، هم چنین با دادن تنوع به محصولات، طرق زیادی نیز برای حصول خواص مفید آنها ارائه گردیده است. از دانه سویا در تولید بسیاری از محصولات غذایی استفاده می‌شود، که تافو[۱] با ارزش‌ترین و مهم‌ترین آنها (موجو و همکاران ۲۰۰۳) بخصوص در کشورهای شرقی و جنوب شرقی آسیا می‌باشد (کوری و هاجز ۱۹٦۸). مصرف تافو و سایر محصولات سویا، به دلیل خواص تغذیه‌ای آن، در کشورهای غربی رو به افزایش می‌باشد(کای و چانگ ۱۹۹۸).

تافو یک نوع غذای پر پروتئین جامد است که از لوبیای سویا به دست می‌آید(در طی انعقاد پروتئین سویا) و حاصل آن کیک‌های ژله‌ای آماده مصرف می‌باشد که شبیه پنیر نرم است (امرام و همکاران ۲۰۰۳). معمولاً فرآیند تولید تافو شامل خیساندن و خرد کردن لوبیای سویا به همراه آب، فیلتر کردن، جوشاندن، منعقد کردن و پرس کردن می‌باشد. راندمان و کیفیت تافو تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله: واریته سویا، کیفیت سویا، محتوای دو پروتئین گلی سینین و β کان گلی سینین و نسبت آنها (سایو ۱۹٦۹)، شرایط فرآوری مثل دمای پخت شیر سویا، میزان ماده خشک شیرسویا، pH، نوع منعقدکننده، مقدار و غلظت آن و دمای انعقاد می‌باشد (کای و چانگ ۱۹۹۷ و شارتلف و آئویاگی ۲۰۰۱).

کیفیت تافو به طور چشمگیری تحت تأثیر منعقدکننده[۲] قرار دارد (تی سای و همکاران ۲۰۰٦).در مقیاس صنعتی معمولاً از سولفات کلسیم و گلوکونودلتا لاکتون(GDL)[۳] به عنوان منعقد کننده شیر سویا در تولید تافو استفاده می‌شود (لیم و همکاران ۲۰۰٦). در اکثر مطالعاتی که بر روی تافو صورت گرفته از منعقدکننده‌های شیمیایی استفاده شده است (ونگ و هسلتاین ۱۹۸۲، بیدوس و ونگ ۱۹۸۷ ، دمن و همکاران ۱۹۸۷ ، شن و همکاران ۲۰۰٦ ، شافر و لاو ۲۰۰۷). عصاره میوه گیاه ویتانیا-کوآگولانس می تواند به عنوان منعقد کننده طبیعی در تولید تافو استفاده شود.

گیاه ویتانیا کوآگولانس[٤] متعلق به خانواده *solanaceae* می‌باشد. گیاه بوته‌ای که بومی شرق مدیترانه است و در جنوب آسیا نیز پراکنده شده است.٦۰-۱۲۰ سانتی‌متر ارتفاع دارد و اغلب در مناطق خشک پنجاب وجود دارد (رحمان و همکاران ۱۹۹۹). در ایران پراکنش این گیاه محدود به منطقه بلوچستان در استان سیستان و بلوچستان بوده و عمدتاً در رویشگاه‌های شهرستان سراوان، خاش و ارتفاعات بم‌پشت رشد می‌نماید (قهرمان و عطار ۱۹۹۹). نام محلی این گیاه پنیر باد می‌باشد. میوه این گیاه به دلیل داشتن پروتئازهای منعقد کننده شیر، توسط بومیان سیستان و بلوچستان از دیر باز به عنوان مایه پنیر استفاده می‌شده است. ترکیبات مهم گیاه علاوه بر آنزیم‌های منعقد کننده شیر، استراز، آمینو اسیدهای آزاد، اسیدهای چرب، آلکالوئید و ویتانولوئید می‌باشند (رحمان و همکاران ۱۹۹۹).

هدف این مطالعه، استفاده از عصاره میوه ویتانیاکوآگولانس به عنوان یک منعقد کننده طبیعی در تولید تافو می باشد.

مواد و روش‌ها

تولید تافو

ماده اولیه شامل سویا از شهرستان ممقان استان آذربایجان شرقی و از یک فروشنده محلی تهیه شد. مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان تهیه گردید. میوه گیاه ویتانیاکوآگولانس از مناطق اطراف شهرستان سروان استان سیستان و بلوچستان جمع آوری شد،

[۱] Tofu
[۲] Coagulant
[۳] Glucono-delta-lactone
[٤] Withania coagulans

Archive of SID

www.SID.ir

نمونه‌ها بعد از جمع آوری با آب دیونیزه شسته شد و در دمای ۲۵ °C در محیط آزمایشگاه خشک گردید.

برای استخراج عصاره آنزیمی از محلول ۰/۸۵٪ سدیم کلراید به شرح زیر استفاده گردید. ۱۰ گرم میوه پنیر باد به وسیله آسیاب آزمایشگاهی پودر شده و پودر حاصله با ٦۰ میلی لیتر از محلول ذکر شده در بالا هموژنیزه گردید. مخلوط حاصل به مدت ۲٤ ساعت همراه با همزدن آرام، در دمای ٤ °C قرار گرفت. بعد از گذشت مدت زمان لازم به منظور جداسازی مواد جامد و نامحلول، ترکیب حاصل از کاغذ صافی عبور داده شد. عصاره حاصله تا زمان استفاده در دمای ٤ °C نگهداری شد.

برای تهیه شیر سویا، سویا به مدت ۱۰ ساعت در دمای اتاق در آب خیسانده شد، در این مدت چند سری آب را تعویض کرده تا قندهای قابل تخمیر خارج شود. پس از آن سویا همراه با آب در یک مخلوط کن با سرعت بالا به مدت ۵ دقیقه خرد گردید. بعد از خرد کردن، محلول آبکی حاصل در حال همزدن حرارت داده شد و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۹۵ °C باقی ماند و بعد از آن برای جدا کردن باقی مانده‌های سویا (آکارا)، مایع حرارت داده شده از پارچه کتانی عبور داده شد. مایع سفید رنگ حاصل شیر سویا نامیده می‌شود.

تافو بر اساس روش لیو و همکاران (۲۰۰٤) تهیه شد. که بر طبق آن در یک بشر ۲۵۰ میلی لیتری، ۱۰۰ میلی لیتر از شیر سویای آماده شده که دمای ۷۵ °C داشت، ریخته و ۰/۵٪ سولفات کلسیم به آن اضافه شد و ۱۰ دقیقه هم-زده شد. سپس برای تکمیل فرآیند انعقاد به مدت ۱۵ دقیقه و در دمای اتاق بدون همزدن باقی ماند، بعد از آن یک روز در دمای ٤ °C نگهداری شد تا آنالیزهای بعدی روی آن صورت گیرد.

برای تهیه تافوی منعقد شده با ویتانیاکوآگولانس، به ۱۰۰ میلی لیتر شیر سویا با دماهای مختلف (۲۵، ۳۰، ۳۷، ٤۰ و ٤۵ °C) غلظت‌های مختلف (۰,۵، ۱، ۲ و ۳٪) از عصاره ویتانیاکوآگولانس افزوده و به مدت زمان‌های مختلف (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰دقیقه) نگهداری شد تا انعقاد صورت گیرد. سایر مراحل مانند مراحل تهیه تافوی سولفات کلسیم می‌باشد.

آزمون‌های شیمیایی

قبل از انجام آزمون‌ها، بشر حاوی تافو در دمای اتاق قرار داده شد تا دمایش تقریباً به دمای اتاق برسد. سپس به آرامی تافو از بشر خارج شد، که در این زمان آب پنیر نیز خارج می‌شود. تافوی تازه، وزن شده و سایر آزمایشات روی آن انجام گرفت.

راندمان تولید تافو از تقسیم وزن تافوی تولید شده به وزن سویای مصرف شده به دست آمد.

pH با استفاده از pH متر دیجیتالی (Metrohm AG, Switzerland) اندازه گیری شد.

درصد رطوبت طبق روش تی سای و همکاران (۲۰۰٦) محاسبه شد. با خشک کردن ۵ گرم نمونه تافو در آون ۱۰۵ °C تا رسیدن به وزن ثابت بدست آمد.

درصد پروتئین با استفاده از روش میکروکلدال و طبق AOAC 1995 انجام شد. از فاکتور تبدیل ٦/۲۵ برای تبدیل مقدار ازت به مقدار پروتئین استفاده شد.

درصد چربی نیز با روش سوکسله و طبق AOAC 1995انجام شد.

اندازه گیری اسیدهای آمینه: بدین منظور ابتدا ۵ گرم از پنیر برحسب وزن مرطوب با ۵۰ میلی لیتر پرکلریک اسید ۰/٦ نرمال، به مدت ۵ دقیقه داخل استومکر هموژن گردید؛ محلول هموژن به مدت ۲۰ دقیقه در ۲۰۰۰g و ۱۰ دقیقه در ۵۰۰۰g سانترفیوژ شد و مایع شفاف رویی از کاغذ صافی واتمن ۵۴ ، فیلتر گردید. پس از جداسازی pH محلول توسط ۳۰. ٪ NaOH برابر ۷ تنظیم شد. سپس دمای نمونه به ۲ ° C کاهش یافت و محلول از فیلتر غشایی ۰/٤۵ میکرومتر عبور داده شد . به منظور مشتق سازی آمینواسیدها؛ ۴۰۰ میکرولیتر از عصاره به کمک ازت مایع خشک گردید و در۲۰ میکرولیتر از مخلوط حاوی اتانول، تری اتیل آمین، آب و فنیل ایزوتیوسیانات به نسبت (۷:۱:۱:۱) و ۸۰۰ میکرولیتر بافر

Archive of SID

www.SID.ir

فسفات (NaH_2PO_4 pH=7.3) حل گردید؛ سپس محلول حاصل به نسبت حجمی ۹٤:٦ در استونیتریل حل شد و در ۲۰۰۰g برای ۱۰ دقیقه مجدد سانترفیوژ گردید و ۵ میکرولیتر از نمونه مشتق شده به داخل ستون کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا[۱] تزریق گردید. دستگاه مذکور مدل واترز ODS با پمپ فشاری w600 ،دارای سیستم حذف گاز هلیم و واحد آشکارساز نوع فلورسنس ۱۷۷۵ بوده و استاندارد اسید آمینه بر پایه روش Waters: AccQ.Tag تعیین گردید .همچنین سیستم حلال شامل بافراستات، استونیتریل و آب دیونیزه بود (ناچ و همکاران ۲۰۰۸ و تاواریا و همکاران ۲۰۰۳)

آزمون آنالیز پروفایل بافت[۲]

برای این آزمون از دستگاه آنالیز بافت[۳] (TA-XT PLUS, US) و پروب استوانه ای با قطر ۳٦ میلی متر استفاده شد (کایلاساپاتی و لام ۲۰۰۵ و ازر و همکاران ۲۰۰۳). نمونه‌های تافو بلافاصله قبل از آزمایش از یخچال خارج شده و پس از برش به ابعاد ۲۰*۲۰*۲۰ میلی متر تا ۵۰٪ ارتفاع اولیه (عمق ۱۰ میلی متر) توسط دستگاه فشرده شدند. هر آزمون حداقل در سه تکرار انجام گردید. جهت ممانعت از اصطکاک و چسبیدن تافو به دستگاه، سطح پروب و صفحه ثابت دستگاه قبل از آزمایش با روغن مایع روغن کاری گردید. ویژگی‌های مورد اندازه گیری عبارت بودند از سختی[٤] ، پیوستگی[٥]، حالت ارتجاعی (کشسانی)[٦]و حالت صمغی[۷].

آزمون های حسی

از آنجایی که محصولات سویا به دلیل طعم لوبیایی آن در بین ایرانیان پذیرش چندانی ندارد، در این مطالعه به منظور بهبود طعم و پذیرش بیشتر آن، به تافوی منعقد شده با پنیر باد قبل از انعقاد افزودنی‌های مختلفی افزوده شد. تیمارها شامل اسید سیتریک، اسید لاکتیک و نمک طعام بودند. نمونه‌هایی که تهیه شدند به این ترتیب بودند؛

نمونه ۱: تافو منعقد شده با سولفات کلسیم (نمونه شاهد)

نمونه ۲: تافو منعقد شده با عصاره پنیر باد

نمونه ۳: تافو منعقد شده با پنیر باد و افزودن ۰/۳٪ اسید لاکتیک

نمونه٤: تافو منعقد شده با پنیر باد و افزودن ۰/۳٪ اسید سیتریک

نمونه ۵: تافو منعقد شده با پنیر باد و افزودن ۰/۳٪ اسید لاکتیک و ۰/۳٪ اسید سیتریک

نمونه ٦: تافو منعقد شده با پنیر باد و افزودن ۰/۳٪ اسید لاکتیک و ۰/۳٪ اسید سیتریک و ۱٪ نمک طعام

نمونه ۷: تافو منعقد شده با پنیر باد و افزودن ۰/۳٪ اسید لاکتیک و ۰/۳٪ اسید سیتریک و ۲٪ نمک طعام.

ارزیابی خواص حسی از لحاظ طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی میان ۷ نمونه تهیه شده، با استفاده از آزمون چشایی به روش هدونیک به و به صورت آزمون پنج نقطه‌ای (از بسیار ضعیف:۱ تا بسیار خوب:۵) انجام شد. داوران ۳۲ نفر بودند که از بین دانشجویان دانشکده تغذیه دانشگاه علوم پزشکی تبریز انتخاب شده بودند. نمونه‌ها قبل از انجام آزمون از یخچال خارج شده و پس از رسیدن به دمای اتاق، در اختیار داوران قرار می‌گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها

برای متغیرهای کمی، داده ها با میانگین گزارش شدند. برای مقایسه پارامترهای راندمان، pH، درصد رطوبت، پروتئین، چربی، میزان اسیدهای آمینه و آنالیز بافت بین دو نوع تافو از آزمون t مستقل استفاده شد. نرمالیته داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی و تأیید گردید. در صورت وجود معنی‌داری، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی داری ۵٪ انجام شد. تحلیل داده‌ها با

[۱] High-performance liquid chromatography (HPLC)
[۲] Texture profile analysis
[۳] Texture analyzer
[٤] Hardness
[٥] Cohesiveness
[٦] Springiness
[۷] Gumminess

Archive of SID

www.SID.ir

نرم افزار spss نسخه ۱۷(SPSS Inc., Chicago, IL) USA
برای مقایسه ویژگی‌های حسی بین ۷ محصول از آزمون فریدمن (Friedman Test) استفاده شد.

نتایج و بحث

تولید تافو

یکی از مراحل اساسی در تولید تافو، مرحله افزودن نمک یا اسید منعقدکننده برای رسوب‌دهی و ایجاد لخته پروتئین سویاست. امروزه بیشترین منعقدکننده‌هایی که برای تولید تافو استفاده می‌شوند عبارتند از سولفات کلسیم و گلوکونودلتا لاکتون (لو و همکاران ۲۰۰۶). که ما در این تحقیق از عصاره میوه گیاه ویتانیاکوآگولانس به عنوان یک منعقد کننده طبیعی استفاده کردیم.
از بین دماها، زمان‌ها و درصدهای مختلف عصاره، تنها در نسبت ۱٪ عصاره و دمای $^{\circ}C$ ۳۷ و زمان ۲۰ دقیقه لخته مناسبی تشکیل شد. در دماهای زیر $^{\circ}C$ ۳۷ یعنی دمای ۲۵ و $^{\circ}C$ ۳۰ لخته‌ای تشکیل نگردید. همچنین در دماهای بالای $^{\circ}C$ ۳۷ نیز لخته تشکیل نگردید. این یافته‌ها همسو با یافته‌های ناز و همکارانش بود. آنها ویژگی‌های لخته شیر را که با استفاده از عصاره ویتانیا کوآگولانس بدست آمده بود را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که افزایش غلظت عصاره تا ۱۵ میکرو لیتر بر میلی لیتر باعث بهبود بافت می‌شود اما افزایش بیشتر آن تا ۲۰ میکرو لیتر بر میلی لیتر باعث ایجاد بافت سفت و طعم تلخ می‌شود. آنها دریافتند که غلظت عصاره ۱۵ میکرو لیتر بر میلی لیتر بهترین غلظت برای لخته است که بهترین زمان تشکیل دلمه با کمترین تلخی را باعث می - شود (ناز و همکاران ۲۰۰۹).
فعالیت آنزیم تحت تأثیر دماست، یک رابطه عکس بین دما و زمان تشکیل دلمه وجود دارد (در محدوده دمایی ۲۵ تا $^{\circ}C$ ۴۵). در $^{\circ}C$ ۳۷ بهترین لخته تشکیل گردید و بعد از آن افزایش فزاینده‌ای در زمان تشکیل دلمه روی داد که به احتمال زیاد به دلیل دناتوره شدن آنزیم بوده است. در $^{\circ}C$ ۴۰ لخته بسیار ضعیفی تشکیل گردید که انجام آزمون‌های بعدی بر روی آن ممکن نبود. در $^{\circ}C$ ۴۵ آنزیم بطور کامل غیر فعال گردید و هیچ گونه لخته‌ای تشکیل نگردید.

آزمون‌های شیمیایی

راندمان و سایر ویژگی های تافو در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول ۱- راندمان، pH، رطوبت، پروتئین و چربی تافوی تهیه شده با دو منعقد کننده مختلف

نمونه	راندمان (kg/kg soybean)	pH	رطوبت(٪)	پروتئین(٪)	چربی(٪)
تافو منعقد شده با سولفات کلسیم (شاهد)	۳/۱۳	۵/۰±۴۴/۲۵	۸۶/۰±۷۵/۱۶	۵۲/۱±۷۰/۴۱	۲۸/۰±۷۳/۶۳
تافو منعقد شده با عصاره ویتانیا کوآگولانس	۲/۱۹	۵/۰±۰۸/۱۲	۸۵/۰±۹۸/۳۳	۵۲/۱±۲۵/۵۳	۲۸/۰±۴۴/۸۱
F value	*	*	*	ns	ns

داده ها به صورت میانگین± اشتباه معیار بیان شده‌اند.
*: نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۹۵٪ است
ns : نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار است

هیچ گونه اختلاف معنی‌داری بین درصد پروتئین و چربی تافو منعقد شده با سولفات کلسیم و تافو منعقد شده با عصاره پنیر باد وجود ندارد. ژل سویا شبکه‌ای از پروتئین سویاست که سایر ترکیبات سویا از قبیل

Archive of SID

www.SID.ir

چربی و کربوهیدرات‌ها نیز در آن محبوس می‌شوند. حباب‌های هوا نیز در درون این شبکه بخش شده اند (کوهیاما و همکاران ۱۹۹۵ و سائوپارک و همکاران ۲۰۰۸). با توجه به این توضیحات می‌توان نتیجه گرفت که شبکه‌ی تافو منعقد شده با پنیر باد نیز همانند تافوی منعقد شده با سولفات کلسیم، پروتئین و چربی را در شبکه خود نگه می‌دارد و مانع از ورود آن‌ها به آب پنیر می‌شود.

راندمان تافوی پنیر باد کمتر از راندمان تافوی سولفات کلسیم می‌باشد. راندمان کمتر با رطوبت کمتر تافوی پنیر باد نسبت به تافوی سولفات کلسیم قابل توجیه می‌باشد زیرا راندمان و درصد رطوبت ارتباط نزدیکی با هم دارند (کای و چانگ ۱۹۹۷). این یافته‌ها با یافته‌های نوح و همکارانش هم راستا هستند. آنها کیفیت تافوی تهیه شده از سویای منجمد شده را مورد مطالعه قرار دادند و مشاهده کردند که رطوبت و راندمان تافوی مورد نظر کمتر از راندمان و رطوبت تافوی تهیه شده با سویای غیر منجمد بود و اشاره کردند که راندمان و رطوبت کمتر می‌تواند به دلیل بافت متراکم‌تر تافوی مورد نظر باشد که باعث خروج بیشتر رطوبت در طی تولید باشد (نوح و همکاران ۲۰۰۵). همچنین رطوبت کمتر تافوی منعقد شده با انواع مختلف منعقد کننده‌ها می‌تواند به دلیل تفاوت در قدرت یونی منعقد کننده و در نتیجه تأثیر آن بر ظرفیت نگهداری آب شبکه پروتئین سویا باشد (ونگ و هسلتاین ۱۹۸۲).

جدول ۲- ترکیب اسید آمینه‌های اصلی تافوی تهیه شده با دو منعقد کننده مختلف

ردیف	نام اسید آمینه	تافو منعقد شده با سولفات کلسیم (شاهد)	تافو منعقد شده با عصاره ویتانیا کوآگولانس
۱	ILe	٤/٨	٤/٥
۲	Leu	٧/٧	٧/٩
۳	Lys	٦	٥/٨
٤	Met	١/٥	١/٣
٥	Cys	١/٢	١/١
٦	Phe	٥/٢	٥/٦
٧	Tyr	٣/٨	٣/٥
٨	Thr	٣/٥	٣/٥
٩	Val	٥/٤	٥/٨
١٠	Trp	١	١/٤
	F value	ns	ns

داده ها به صورت میانگین± اشتباه معیار بیان شده‌اند.

*: نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۹۵٪ است ns : نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار است

pH تافوی پنیر باد کمتر از pH تافوی سولفات کلسیم بود. این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط پزشکی و همکاران (۲۰۱۱) هم‌راستاست. آنها با استفاده از عصاره پنیر باد پنیر سفید ایرانی تهیه کردند و مشاهده کردند که pH نمونه مورد نظر از pH پنیر تهیه شده با رنت قارچی و حیوانی کمتر می‌باشد. کاهش pH برای انعقاد پروتئین سویا ضروری است (بیدوس و ونگ ۱۹۸۷ و لو و همکاران ۲۰۰۶). آزاد شدن پروتون از دلتا لاکتون باعث رسوب ایزوالکتریک پروتئین سویا و انعقاد می‌شود زیرا ویتانیاکوآگولانس دارای ویتانولید می‌باشد که ویتانولیدها گروهی هستند که دارای دلتا

Archive of SID

www.SID.ir

لاکتون در حلقه جانبی خود می‌باشند (ابراهام و همکاران ۱۹٦۸).

جدول شماره ۲ ترکیب اسید آمینه‌های اصلی پنیر تهیه شده با استفاده از سولفات کلسیم (نمونه شاهد) و پنیر تهیه شده با استفاده از گیاه ویتانیا کوآگولانس را نشان می‌دهد.

از نظر ترکیب اسید آمینه های اصلی چندان تفاوت مشخص و معنی‌داری بین دو نمونه وجود ندارد.

آزمون آنالیز پروفایل بافت

جدول ۳ میانگین و انحراف معیار نتایج مربوط به داده-های حاصل از آزمون آنالیز پروفایل بافت مربوط به هر دو نمونه تافو (تافو منعقد شده با سولفات کلسیم و تافو منعقد شده با عصاره گیاه ویتانیا کوآگولانس) را نشان می‌دهد.

جدول ۳- نتایج حاصل از آزمون آنالیز پروفایل بافت تافوی تهیه شده با دو منعقد کننده مختلف

نمونه	سختی (g)	پیوستگی	حالت ارتجاعی (mm)	حالت صمغی (g.s)
تافو منعقد شده با سولفات کلسیم (شاهد)	۲۳۹/۲±۱/٤٦	۰/۰±٥۳۷/۰۳۰	۰/۰±۹٥۱/۰۱۷	٤۰/٦±۲۳/۰۲
تافو منعقد شده با عصاره ویتانیا کوآگولانس	۲٥٦/۷۳,۱±۳	۰/۰±٥۱۸/۰۱۲	۰/۰±۹٤۳/۰۲۱	٤۲/۳±۲٥/۰۳
F value	*	*	*	*

داده ها به صورت میانگین± اشتباه معیار بیان شده‌اند.

*: نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۹٥٪ است ns : نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر نوع منعقد کننده تاثیر معنی‌داری بر میزان سختی، پیوستگی، حالت ارتجاعی و حالت صمغی دارد.

همانند نقش کازئین در پنیر، پروتئین‌های سویا نیز نقش مهمی در ساختمان و بافت تافو ایفا می‌کنند. تجزیه کازئین توسط آنزیم‌های پروتئولیز باعث تغییر سختی و سایر ویژگی‌های بافتی پنیر می‌شود. آریانا و هاکو (۲۰۰٥) نشان دادند که پروتئولیز باعث شکسته شدن ماتریکس پروتئینی پنیر می‌گردد. پروتئازهای موجود در عصاره ویتانیا کوآکولانس باعث شکسته شدن پروتئین-های سویا و در نتیجه از بین رفتن بخشی از شبکه پروتئینی می‌شوند. سختی بیشتر تافو منعقد شده با عصاره ویتانیا کوآگولانس در مقایسه با تافوی شاهد می‌تواند به علت شکسته شدن بخشی از ساختار پروتئینی و در نتیجه خروج بیشتر رطوبت باشد، متراکم-تر شدن ساختار بر اثر رطوبت کمتر می‌تواند منجر به افزایش ویسکوزیته و بوجود آمدن بافتی سفت‌تر گردد. این یافته‌ها با نتایج بدست آمده توسط ژانگ و همکاران (۲۰۰۷) همسو می‌باشند.

پیوستگی نیروی مورد نیاز جهت تحریک استحکام پیوندهای داخلی که بدنه محصول را تشکیل می‌دهند، می‌باشد (وی لیت ۱۹۹۱). احتمالا پروتئولیز صورت گرفته توسط پروتئازهای ویتانیا کوآگولانس باعث تخریب تعدادی از پیوندهای ماتریکس پروتئینی شده و این امر منجر به کاهش پیوستگی تافوی ویتانیاکوآگولانس گردیده است.

حالت ارتجاعی پارامتری است که میزان برگشت به حالت اول یک ماده فشرده شده پس از حذف نیرو فشرده سازی را نشان می‌دهد. مولکول‌های آب به دلیل کوچک بودن در ماتریکس پروتئینی نقش پلاستیسایزر را دارد، می‌توان انتظار داشت در اثر کاهش رطوبت حالت الاستیسیته نیز کاهش یابد (ازر و همکاران ۲۰۰۳). تافوی منعقد شده با ویتانیا کوآگولانس دارای رطوبت و راندمان پائین‌تری نسبت به نمونه شاهد می‌باشد که این می‌تواند دلیل کمتر بودن حالت ارتجاعی آن نیز باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

آزمون‌های حسی

همانطور که گفته شد برای بهبود طعم و خواص حسی تافو، قبل از انعقاد به تافوی منعقد شده با پنیر باد افزودنی‌های مختلف و با نسبت‌های مختلف افزوده شد، این نمونه‌ها توسط ۳۲ داور از نظر طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند و با نمونه شاهد (تافوی منعقد شده با سولفات کلسیم) مقایسه شدند. جدول شماره ٤ نتایج حاصل از ارزیابی هفت نمونه را نشان می‌دهد.

جدول ۴- نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های تافو با بهبود دهنده‌های طعم مختلف

نمونه	طعم	رنگ	بافت	پذیرش کلی
نمونه۱	۲/۱۵	۲/۹	۲/۸٤	۲/۲۸
نمونه۲	۲/۵۳	۲/۸۷	۲/۸۱	۲/٤٤
نمونه۳	۱/۹٤	۲/۹۱	۲/۸۸	۲/۱۹
نمونه٤	۲/۳۱	۳/۰۳	۳/۰۹	۲/۵۹
نمونه۵	۲/۷۵	۳/۰٦	۳/۳٤	۲/۹۷
نمونه٦	۲/۹۱	۳/۱۲	۳/۲۲	۲/۸۸
نمونه۷	۳/۰٦	۳/۱۵	۳/۳۱	۲/۹۷

نمونه ۱: تافو منعقد شده با سولفات کلسیم(نمونه شاهد)
نمونه ۲: تافو منعقد شده با عصاره پنیر باد
نمونه ۳: تافو منعقد شده با پنیر باد و افزودن ۰/۳٪ اسید لاکتیک
نمونه٤: تافو منعقد شده با پنیر باد و افزودن ۰/۳٪ اسید سیتریک
نمونه ۵: تافو منعقد شده با پنیر باد و افزودن ۰/۳٪ اسید لاکتیک و ۰/۳٪ اسید سیتریک
نمونه ٦: تافو منعقد شده با پنیر باد و افزودن ۰/۳٪ اسید لاکتیک و ۰/۳٪ اسید سیتریک و ۱٪ نمک طعام
نمونه ۷: تافو منعقد شده با پنیر باد و افزودن ۰/۳٪ اسید لاکتیک و ۰/۳٪ اسید سیتریک و ۲٪ نمک طعام.

نتایج حاصل از ارزیابی طعم نمونه‌ها: تافوی تهیه شده با ویتانیاکوآگولانس از نظر طعم تفاوت معنی‌داری با تافوی سولفات کلسیم ندارد. همچنین نمونه‌های ٦ و۷ از نظر طعم بهتر از سایر نمونه‌ها بوده‌اند و نمونه ۳ ضعیف‌ترین بوده است.

نتایج حاصل از ارزیابی رنگ نمونه‌ها: آنالیز آماری داده-ها نشان می‌دهد که هیچ گونه تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها از نظر رنگ وجود ندارد.

نتایج حاصل از ارزیابی بافت نمونه‌ها: بافت نمونه‌ها نیز همانند رنگ تفاوت معنی‌داری ندارد.

نتایج حاصل از ارزیابی نمونه‌ها از نقطه نظر پذیرش کلی: آنالیز آماری داده‌ها نشان می‌دهد که تافوی ویتانیاکوآگولانس و تافوی سولفات کلسیم در پذیرش کلی تفاوت معنی‌داری ندارند. از نظر پذیرش کلی نیز مانند طعم نمونه‌های ٦ و ۷ پذیرش بیشتری دارند و نمونه شماره ۳ و بعد ازآن نمونه شماره ۱ کمترین پذیرش را دارند.

نتیجه گیری

از نتایج حاصل از این مطالعه نتیجه می‌گیریم که از عصاره ویتانیاکوآگولانس (پنیر باد) می‌توان به عنوان یک منعقد کننده طبیعی در تولید تافو (پنیر سویا) استفاده کرد. استفاده از عصاره پنیر باد منجر به تولید تافویی مشابه تافوی سولفات کلسیم می‌شود ولی راندمان تولید آن پائین بوده همچنین دارای سختی و حالت صمغی

Archive of SID

www.SID.ir

بیشتر و حالت ارتجاعی و کشسانی کمتری می‌باشد . از لحاظ ارزیابی‌های حسی نیز پنیر سویای منعقد شده با پنیر باد که حاوی افزودنی‌های اسید لاکتیک (۰٪/۳)، اسید سیتریک (۰٪/۳) و نمک طعام (۲٪-۱) باشند دارای بیشترین میزان پذیرش می‌باشند.

منابع مورد استفاده

Abraham A, Kirson I, Glotter E and Lavie D, 1968. A chemotaxonomic study of Withania somnifera. Phytochemistry 7: 957-962.

Aryana KJ and Haque ZZ 2005. Texture and microflora of vallagret cheese during maturation. International Journal of Dairy Technology, 58(1): 47-50.

Beddows C and Wong J, 1987. Optimization of yield and properties of silken tofu from soybeans. International Journal of Food Science and Technology, 22(1): 15-21.

Cai T, Chang K, 1997. Dry Tofu characteristics affected by soymalk solid content and coagulation time. Journal of food quality 20: 391-402.

Cai T D and Chang K C, 1998. Characteristics of production-scale tofu as affected by soymilk coagulation method: propeller blade size, mixing time and coagulant concentration. Food Research International 31: 289-295.

Deman L, Deman J and Buzzell R, 1987. Composition and properties of soymilk and tofu made from Ontario light hilum soybeans. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal 20: 363-367.

Derbyshire E, Wright D, Boulter D, 1976. Legumin and vicilin, storage proteins of legume seeds. Phytochemistry 15: 3-24.

Ghahreman A and Attar F, 1999. Biodiversity of plant species in Iran, Central Herbarium of Tehran University, Faculty of Science.

Imram N, Gomez I, Soh V, 2003. Soya Handbook. Tetra Pak-Centre of Expertise Soya.

Kailasapathy K, Lam SH, 2005. Application of encapsulated enzymes to accelerate cheese ripening. International Dairy Journal 15: 929-939.

Kohyama K, Sano Y, Doi E, 1995. Rheological characteristics and gelation mechanism of tofu (soybean curd). Journal of agricultural and food chemistry 43: 1808-1812.

Koury S, Hodges R, 1968. Soybean proteins for human diets? Journal of the American Dietetic Association 52: 480.

Lim B, Deman J, Deman L, Buzzel R, 2006. Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics Calcium sulfate coagulant. Journal of Food Science 55: 1088-1092.

Liu Z S, Chang S K, Lio T, Tatsumi E, 2004. Effect of selective thermal denaturation of soybean proteins on soymilk viscosity and tofu's physical properties. Food research international 37: 815-822.

Lu J, Carter E, Chung R, 2006. Use of calcium salts for soybean curd preparation. Journal of Food Science 45: 32-34.

Mujoo R, Trinth T and Nag W, 2003. Characterization of storage proteins in different soybean varieties and their relationship to tofu yield and texture. Food Chemistry 82: 265-273.

Naz S, Masud T and Nawaz M, 2009. Characterization of milk coagulating properties from the extract of Withania coagulans. International Journal of Dairy Technology 62: 315-320.

Noh E, Park S, Pak J, Hong S and Yun S, 2005. Coagulationof soymilk and quality of tofu as affected by freeze treatment of soybeans. Food chemistry 91: 715-721.

Nhuch E, Prieto B, Franco I, Bernardo A and Cabrillo J, 2008. Biochemical changes during the ripening of San Simón da Costa cheese (PDO) manufactured from pasteurized milk, The Australian Journal of Dairy Technology 63:68-76.

Archive of SID

www.SID.ir

Özer H, Robinson R and Grandison A, 2003. Textural and microstructural properties of urfa cheese (a white-brined turkish cheese). International Journal of Dairy Technology 56: 171-176.

Pezashki A, Hesari J, Zonoz A and Ghambarzadeh B, 2011. Influence of Withania coagulans Protease as a Vegetable Rennet on Proteolysis of Iranian UF White Cheese.journal of agricultural science and technology (JAST) 13: 567-576.

Rahman A, Shabbir M, Yousaf M, Qureshi S, E-Shahwar D, Naz A and Choudhary M, 1999. Three withanolides from Withania coagulans. Phytochemistry 52: 1361-1364.

Saio K, 1969. Food processing characteristics of soybean 11S and 7S proteins. Part I. Effect of difference of protein components among soybean varieties on formation of tofu-gel. Agriculturel Biology Chemistry 33**:** 1301-1308.

Saowapark S, Apichartsrangkoon A, Bell A, 2008. Viscoelastic properties of high pressure and heat induced tofu gels. Food Chemistry 107: 984-989.

Schaefer M and Love J, 2007. Relationships between soybean component and tofu texture. Journal of food quality 15: 53-66.

Shen C, Man L, Buzzell R and Man D, 2006. Yield and Quality of Tofu as Affected by Soybean and Soymilk Characteristics: Glucono-delta-lactone Coagulant. Journal of food science 56: 109-112.

Shurtleff W and Aoyagi A, 2001. Tofu & soymilk production: a craft and technical manual, Soyinformations Center.

Sun N and Breene M, 1991. Calcium sulfate concentration influence on yield and quality of tofu from five soybean varieties. Journal of Food Science 56: 1604-1607.

Tsai J, Lan C, Kao C and Chen S, 2006. Studies on the yield and quality characteristics of tofu. Journal of Food Science 46: 1734-1737.

Tavaria F, Franco I, Carballo F and Malcata X, 2003. Amino acid and soluble nitrogen evolution throughout ripening of Serra ad Estrela cheese. International Dairy Journal 13: 537–545.

Vliet T, 1991. Terminology to be used in cheese rheology. In Rheological and Fracture Properties of Cheese. International Dairy Federation Bulletin 268:5-15.

Wang H, Hesseltine C, 1982. Coagulation conditions in tofu processing. Process Biochemistry, 17**:** 7.

Zhang J, Tatsumi E, Fan J and Li L, 2007. Chemical components of Aspergillus-type douchi, a Chinese traditional fermented soybean product, change during the fermentation process. International Journal of Food Science and Technology 42: 263-268.

Archive of SID

www.SID.ir

The use of the *Withania coagulans* as a coagulant in the production of soya cheese and the effect of various additives on the sensory properties

R Sarani[1], J MohtadiNia[2*] and M Asghari Jafarabadi[3]

Received: July 06, 2014 Accepted: March 06, 2015
MSc Student. Department of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition, Tabriz University of Medical Science, Tabriz, Iran
Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition, Tabriz University of Medical Science, Tabriz, Iran
Assistant Professor, Department of Statics and Epidemiology, Faculty of Health, Tabriz University of Medical Science, Tabriz, Iran
Corresponding author: Email: mohtadiniajavad@gmail.com

Abstract

Tofu is a nutritional, gel-like soy food. The present study was carried out to investigate the effects of *withania coagulans* extract on the soymilk coagulation for producing tofu. For this purpose we coagulated soymilk by *withania coagulans* extract, and analyzed the properties of prepared tofu. Then Tofu properties include pH, moisture, yield, protein content, fat content, textural character ices (hardness, cohesiveness, springiness, gumminess) and Sensorial properties were studied and were compared with the characteristics of calcium sulfate tofu (control). In order to improve the sensory properties of tofu different additives were used. Then the sensory properties were compared with control samples. All tests were performed in triplicate and mean values were performed using t-tests, Friedman test was performed on the sensory characteristics (at the 95 percent confidence level). The results indicated that extract of *withania coagulans* as a coagulant significantly ($P<0.05$) reduced yield and moisture content when compared with calcium sulfate tofu, but fat and protein contents of *withania coagulans* tofu and calcium sulfate tofu were the same. The result showed that the type of coagulant had significant effect on textural properties of tofu. Results of sensory evaluation showed that Sensorial properties of *withania coagulans* tofu are not different from that of calcium sulfate tofu. In this way, it was concluded that extract of *withania coagulans* fruits could be used as a natural coagulant in coagulation process of soymilk.

Keywords: Coagulant, soymilk, Tofu, *Withania coagulans*

Archive of SID

www.SID.ir