

(مقاله پژوهشی)

بهینه‌سازی دوغ حاصل از شیرمیش با استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی

درنا مرادیان^۱، علیرضا شهاب لواسانی^{۲*}، محمدرضا اسحاقی^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

۲- استادیار، مرکز تحقیقات فناوری های نوین تولید غذای سالم، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

۳- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۸

چکیده

دوغ یکی از فرآورده‌های لبنی تخمیری است که از لحاظ تغذیه‌ای بسیار با ارزش است. هدف از این تحقیق بررسی اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز با درصدهای ۰، ۰/۰۲۵، ۰/۰۵۰، ۰/۰۷۵ و ۰/۱ و اسانس کاکوتی با درصدهای ۰/۰۰۱ و ۰/۰۱ بر خواص فیزیکوشیمیایی شامل (pH، اسیدیته بر حسب دورنیک، درصد ماده خشک، درصد چربی و اسکوزیته بر حسب سانتی پوآز، درصد دوفاز شدن و درصد آب‌اندازی) و حسی شامل ویژگی های (طعم و مزه، عطر و بو، رنگ و ظاهر، بافت و پذیرش کلی) نمونه‌های دوغ بود. نتایج نشان داد با افزایش درصدهای آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی در تیمارها مقدار pH از ۴/۰۵ به ۴/۵۰، درصد ماده خشک از ۵/۴۰ به ۵/۸۵ و اسکوزیته بر حسب سانتی پوآز از ۱۲/۳۲ به ۱۲/۷۰ افزایش و مقدار اسیدیته بر حسب دورنیک از ۴۶ به ۴۲/۶۷ و درصد دوفاز شدن از ۰/۸۷ به ۰/۵ نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. در تمامی تیمارها شاخص چربی مقدار ثابت ۱/۲۰ درصد اندازه‌گیری شد. نتایج ارزیابی حسی نشان داد تیمارهای شماره ۴ (حاوی ۰/۰۷۵ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۰۱ درصد اسانس کاکوتی) و شماره ۵ (حاوی ۰/۱ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۰۱ درصد اسانس کاکوتی) دارای بالاترین امتیاز ارزیابی حسی بودند. با توجه به کمترین مقدار دوفاز شدن، و اسکوزیته بالا و بیشترین امتیازات ارزیابی حسی، تیمار شماره ۵ (حاوی ۰/۱ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۰۱ اسانس کاکوتی) به عنوان تیمار برتر انتخاب گردید.

واژه های کلیدی: اسانس کاکوتی، آنزیم ترانس گلوتامیناز، شیر میش، دوغ.

۱-مقدمه

دوغ نوشیدنی است که تأمین کننده یک چهارم نیاز روزانه به کلسیم و ویتامین های B₂، B₆ و B₁₂ می باشد. از دیگر خواص تغذیه ای این نوشیدنی می توان به افزایش ویتامین ها، متابولیت مغذی و بهبود جذب کلسیم و قابلیت هضم بیشتر نسبت به شیر اولیه اشاره کرد. مشکل اصلی دوغ دوفاز شدن آن در طی دوره نگهداری و در نتیجه کاهش بازار بسته بندی آن می باشد و از دیگر معایب آن می توان به تغییر طعم و آروما و بادکردگی محصول در طول زمان نگهداری آن در اثر فعالیت میکروارگانیسم ها اشاره داشت (۲۲). شیر میش دارای وزن مخصوص، ویسکوزیته، اندیس رفرکتومتری، اسیدیته قابل تیتراژ بیشتر و نقطه ی انجماد کمتری در مقایسه با شیر گاو است. چربی در شیر بز و میش نسبت به شیر گاو بیشتر است. مشکل طعم بزی و گوسفندی در شیر و محصولات لبنی بز و میش باعث چالش میان تولیدکنندگان شده است. با این وجود مصرف کنندگان به محصولات با کیفیت شیر بز و میش علاقه دارند. مخصوصاً نمونه های ارگانیک باطبیعی اصل و بانمونه های سنتی، رشد قابل توجهی در سال های اخیر داشته است و تحقیقات مخصوصاً روی شیر بز و گوسفند برای تولید محصولات لبنی در حال افزایش است (۷). ترانس گلوتامیناز نوعی آنزیم پروتئاز از نوع آسپیل ترانسفراز است که موجب تشکیل پیوندهای کووالانسی بین پپتید مابین گروه آمین آزاد اسید آمینه لیزین و گروه آسپیل اسید آمینه گلوتامین در انتهای زنجیره پروتئینی می شود. این آنزیم قادر است تا آمیزه های پروتئینی دارای اسیدهای آمینه فوق را بدون حرارت دهی از حالت مایع به ژل تبدیل کند. شرایط بهینه فعالیت آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی pH ۱ بین ۵ تا ۷ و بهینه دمای فعالیت آن ۳۰ تا ۶۰ درجه سانتی گراد می باشد (۱۰). این آنزیم با ایجاد شبکه پایدار در ساختار کازئین شیر موجب می شود تا آرایش فضایی درشت کازئین ها در موقعیت بهتری قرار گرفته و ساختار ژل مستحکم تری ایجاد شود که به نوبه خود باعث بهبود

چشمگیر بافت و نیز کاهش شدید و یا حذف آب اندازی در فرآورده می شود. همچنین با کاهش در دسترس بودن اسیدهای آمینه و نیز تغییر ساختار جزئی در کازئین ها از فعالیت پرتئولیتیکی محصول کاسته و در نتیجه موجب افزایش چشمگیر ماندگاری فرآورده می شود (۲۸). کاکوتی با نام علمی *clinopodiodes Ziziphora* نام یک سرده از تیره نعناعیان است که بوی گرم و تندی همانند نعناع دارد هر چند با عطر ویژه خود و در طب سنتی و آشپزی کاربرد دارد. این گیاه در نواحی کوهستانی ایران مانند ارتفاعات شهرستان بجنورد و جاجرم واقع در خراسان شمالی می روید. این گیاه چند ساله است و بوته های آن پرپشت و ارتفاع آن بین ۲۰ تا ۵۰ سانتی متر می باشد و در آذربایجان به آن کهلیک اُنی و یا کلکوتی^۲ می گویند تحقیقات نشان داده است اسانس اندام های هوایی کاکوتی کوهی دارای ترکیبات عمده ای چون پولگون^۳ و ۸،۱- سینئول^۴ بوده اند. همچنین این تحقیقات نشان داده است شرایط رویشی گیاه بر کیفیت اسانس آن تأثیر گذار است (۵). از کاکوتی به عنوان ادویه در غذاها استفاده می شود و از برگ های خشک شده و خرد شده کاکوتی به عنوان طعم دهنده در دوغ استفاده می شود. کاکوتی اغلب در درمان اختلالات گوارشی نظیر اسهال و دل پیچه کاربرد دارد. کاکوتی را از آن جهت به دوغ اضافه می کنند که اثرات سوء گوارشی آن نظیر دل درد و دل پیچه کاهش می دهد (۵). شیرخانی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه ای تأثیر تیمار آنزیمی با ترانس گلوتامیناز را بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و حسی دوغ مورد بررسی قرار دادند. تولید دوغ مستقیماً از شیر، محصول پایدارتری را تولید کرد به گونه ای که مقدار سرم جدا شده کمیتری در طول نگهداری از این نوع روش تولید مشاهده شد (۶). افزودن آنزیم پس از پاستوریزاسیون شیر و متعاقب آن اضافه کردن آب و عمل تخمیر، موجب کمترین جدا شدن سرم در طول نگهداری شد. دلیل افزایش پایداری نمونه های دوغ به بالا

۲- کهلیک اُنی و یا کلکوتی: به معنای علف کبک

3- Pulegone
4-1,8-Cineol

1-MTG (Microbial Transglutaminase)

۲- مواد و روش کار

۲-۱- روش تهیه دوغ حاوی اسانس کاکوتی و آنزیم ترانس گلوتامیناز

جهت تهیه دوغ ابتدا ماست تهیه شده از شیر میش در یک مخزن استیل تا یکنواخت شدن کامل لخته به خوبی هم زده شد. در مخزن جداگانه‌ای آب آشامیدنی و نمک را با یکدیگر مخلوط کرده و در مخزن اصلی، آب نمک تهیه شده به ماست هم زده اضافه گردید. سپس مرحله پیش گرم کردن در دمای 55°C انجام شد و برای تهیه اسانس کاکوتی برگ های خشک شده *Z. clinopodiodes* با آب نسبت ۱ به ۵ مخلوط شدند و به مدت ۴ ساعت در کلونجر حرارت داده شد تا اسانس خارج شود. راندمان استخراج ۲/۲ درصد به دست آمد. اسانس استخراج شده در ظروف شیشه‌ای کدر استریل در دمای 4°C نگهداری شد (۲)، سپس این اسانس با درصدهای (۰/۰۱ و ۰/۰۱) و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی تولید شده توسط باکتری استرپتومایسس موبارنسینس ۱ به حالت پودری لیوفیلیزه دارای فعالیت ۱۲۵-۸۰ واحد/گرم پروتئین خریداری شده از شرکت بی دی اف ۲ (اسپانیا) با غلظت‌های (۰، ۰/۰۲۵، ۰/۰۵۰، ۰/۰۷۵ و ۰/۱) به دوغ اضافه و عملیات همگن کردن انجام شد. مرحله سرد کردن به گونه‌ای که در کوتاه‌ترین زمان ممکن دمای دوغ به دمای 4°C برسد انجام شد و سپس محصول بسته‌بندی و جهت انجام آزمایشات در دمای یخچال 4°C نگهداری شد (۱۳). آزمایشات انجام شده بر روی نمونه‌ها در بخش تحقیق و توسعه شرکت لبنی چوپان انجام شد. تیمارهای تحقیق در جدول ۱، نمایش داده شده است:

رفتن ویسکوزیته و مدول ذخیره‌ی آن‌ها در اثر به کارگیری آنزیم و هم‌شکلی بیشتر ذرات پروتئینی نسبت داده شد. دستغیب بهشتی و همکاران (۱۳۹۶)، از صمغ آلژینات و آنزیم ترانس گلوتامیناز در تولید کفیر صنعتی استفاده نمودند نتایج نشان داد آنزیم ترانس گلوتامیناز باعث بهبود بافت محصول گردیده است، این آنزیم تأثیری بر pH محصول ندارد و کم‌ترین میزان pH متعلق به نمونه حاوی ۰/۱ درصد آلژینات بود (۴). Jooyandeh و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماست حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز را بررسی کردند. نتایج نشان داد pH تمامی نمونه‌های حاوی ترانس گلوتامیناز کمترین مقدار تغییر را داشت. مقدار اسیدیته و ویسکوزیته نمونه‌ها افزایش و مقدار pH و سینرزیس نمونه‌ها کاهش یافت (۲۱). Shirkhani و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای اصلاح آنزیمی با استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز جهت پایداری دوغ حاصل از شیر تخمیر شده را بررسی کردند. نتایج نشان داد دوغ تهیه شده از شیر تخمیر شده دارای پایداری بیشتری بوده و در این نوع دوغ کمترین پدیده دوفاز شدن رخ داد. (۲۷). در این تحقیق هدف بررسی تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و دوفاز شدن دوغ حاوی اسانس کاکوتی تهیه شده از شیر میش می باشد.

جدول ۱- تیمارهای تحقیق

تیمارها	آنزیم ترانس گلوتامیناز (درصد)	اسانس کاکوتی (درصد)
شاهد	۰	۰
۱	۰	۰
۲	۰/۰۲۵	۰
۳	۰/۰۵۰	۰/۰۰۱
۴	۰/۰۷۵	۰
۵	۰/۱	۰
۶	۰	۰
۷	۰/۰۲۵	۰
۸	۰/۰۵۰	۰/۰۱
۹	۰/۰۷۵	۰
۱۰	۰/۱	۰

۲-۲- آزمایشات فیزیکوشیمیایی

جهت اندازه گیری pH از روش پتانسیومتری و دستگاه pH متر (Metrohm، سوئیس) استفاده شد. جهت اندازه گیری اسیدیته از تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد (۱۲). ماده خشک نمونه ها مطابق با روش استاندارد ملی ایران به شماره ۶۳۷، بر پایه حرارت دهی، خشک کردن به وسیله آون (Memmert، آلمان) و وزن کردن اندازه گیری شد (۱۳). برای اندازه گیری چربی نمونه ها از روش ژربر (۱۵) و جهت اندازه گیری ویسکوزیته از ویسکومتر بروکفیلد مدل عقربه ای LVT آمریکا، استفاده شد (۶).

۲-۳- تعیین دو فاز شدن

برای اندازه گیری مقدار دو فاز شدن از روش حسین نیا و همکاران (۱۳۹۸) استفاده شد. برای اندازه گیری میزان دو فاز شدن در زمان های مورد نظر از فاصله خط نشانه (در ارتفاع ۱۰ سانتی متری) تا خط ایجاد شده بین دو فاز با خط کش اندازه گیری شد به طوری که هر میلی متر معادل یک درصد میزان جداسازی فازی بود (۲).

۲-۴- ارزیابی حسی

ویژگی های حسی دوغ تهیه شده از شیر میش حاوی اسانس کاکوتی و آنزیم ترانس گلوتامیناز شامل: طعم و مزه، عطر و بو، رنگ و پذیرش کلی توسط ۱۰ ارزیاب نیمه آموزش دیده براساس روش هدونیک ۹ نقطه ای انجام گردید. امتیاز حسی ۱ به منزله ضعیف ترین تیمار از نظر ویژگی های حسی و امتیاز حسی ۹ به منزله برترین تیمار در نظر گرفته شد. (۹ و ۱۴).

۲-۵- آنالیز آماری

آزمایش بر مبنای طرح کاملاً تصادفی انجام شد. در این تحقیق ۱۰ تیمار به همراه یک تیمار شاهد و در سه تکرار اندازه گیری و مورد بررسی قرار گرفت. به منظور ارزیابی داده ها از نرم افزار SPSS ورژن ۱۹ و برای مقایسه میانگین ها از آزمون های واریانس (ANOVA) و چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده گردید. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

نتایج اندازه گیری خواص فیزیکوشیمیایی دوغ حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی در جدول ۲، نشان داده شده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین خواص فیزیکوشیمیایی نمونه های دوغ تهیه شده از شیر میش حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس

تیمار	pH	کاکوتی		
		اسیدیته (دورنیک)	ماده خشک، %	چربی، %
شاهد	۴/۵۰±۰/۰۰ ^f	۴۶/۰۰±۰/۰۰ ^d	۵/۸۲±۰/۰۰ ^g	۱/۲۰±۰/۰۰ ^a
۱	۴/۰۵±۰/۰۰ ^a	۴۶/۰۰±۰/۰۰ ^d	۵/۴۰±۰/۰۰ ^a	۱/۲۰±۰/۰۰ ^a
۲	۴/۱۱±۰/۰۰ ^b	۴۴/۳۳±۰/۵۷ ^c	۵/۵۱±۰/۰۰ ^c	۱/۲۰±۰/۰۰ ^a
۳	۴/۳۰±۰/۰۰ ^d	۴۴/۰۰±۰/۰۰ ^{bc}	۵/۶۲±۰/۰۰ ^d	۱/۲۰±۰/۰۰ ^a
۴	۴/۳۶±۰/۰۴ ^e	۴۳/۰۰±۱/۰۰ ^{ab}	۵/۷۰±۰/۱۰ ^{ef}	۱/۲۰±۰/۰۰ ^a
۵	۴/۵۰±۰/۰۰ ^f	۴۳/۰۰±۰/۰۰ ^{ab}	۵/۸۳±۰/۰۰ ^g	۱/۲۰±۰/۰۰ ^a
۶	۴/۱۱±۰/۰۰ ^b	۴۴/۳۳±۰/۵۷ ^c	۵/۴۶±۰/۰۱ ^b	۱/۲۰±۰/۰۰ ^a
۷	۴/۱۱±۰/۰۰ ^b	۴۴/۰۰±۰/۰۰ ^{bc}	۵/۵۳±۰/۰۰ ^c	۱/۲۰±۰/۰۰ ^a
۸	۴/۲۰±۰/۰۱ ^c	۴۴/۰۰±۱/۰۰ ^{bc}	۵/۶۵±۰/۰۱ ^{de}	۱/۲۰±۰/۰۰ ^a
۹	۴/۳۱±۰/۰۱ ^d	۴۲/۶۷±۰/۵۷ ^a	۵/۷۲±۰/۰۱ ^f	۱/۲۰±۰/۰۰ ^a
۱۰	۴/۳۷±۰/۰۴ ^e	۴۲/۶۷±۰/۵۷ ^a	۵/۸۵±۰/۰۰ ^g	۱/۲۰±۰/۰۰ ^a

۳-۱- تغییرات pH

بر اساس نتایج، تیمارهای تحقیق اثر کاملاً معنی داری بر شاخص pH نمونه های دوغ داشتند ($P \leq 0/01$). به عبارت دیگر با افزایش درصدهای آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی مقدار pH دوغ افزایش معنی داری داشت. بیشترین مقدار pH (۴/۵۰) متعلق به تیمار شاهد و تیمار ۵ (حاوی ۰/۱ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود و کمترین مقدار pH متعلق به تیمار ۱ (حاوی ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود. افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی به دوغ باعث افزایش pH در تیمارهای

حاوی مقادیر بیشتر آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی دوغ شد. دلیل این امر می تواند خواص ضد میکروبی و وجود ترکیبات فنولیک و تروپین ها در اسانس کاکوتی باشد که باعث کاهش جمعیت میکروبی در لحظه تولید در دوغ شده و از تولید متابولیت ها و اسیدها در نمونه های دوغ جلوگیری کند و باعث افزایش شاخص pH در نمونه های حاوی مقدار بیشتر اسانس کاکوتی باشد (۳). همچنین ممکن است پپتیدهای با وزن مولکولی کم و یا اسید آمینه ای که برای رشد باکتری ها نیاز است با حضور آنزیم ترانس گلوتامیناز دچار اتصالات عرضی شده و تا حدودی غیرقابل دسترس باکتری ها شود.

۳-۲-اسیدپته بر حسب دورنیک

بر اساس نتایج مشخص شد نوع تیمار اثر کاملاً معنی داری بر شاخص اسیدپته دوغ داشت ($P \leq 0/01$). به عبارت دیگر با افزایش درصدهای آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی مقدار اسیدپته دوغ کاهش معنی داری داشت. بیشترین مقدار اسیدپته (۴۶/۰۰) متعلق به تیمار شاهد و تیمار ۱ (حاوی ۰ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود و کمترین مقدار اسیدپته متعلق به تیمار ۹ (حاوی ۰/۰۷۵ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) و تیمار ۱۰ (حاوی ۰/۱ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود. افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی به دوغ باعث کاهش اسیدپته در تیمارهای حاوی مقادیر بیشتر آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی دوغ شد. دلیل این امر می تواند کاهش فعالیت میکروارگانیسم ها به دلیل خواص ضد میکروبی و وجود ترکیبات فنولیک و تروپن ها در اسانس کاکوتی باشد که از تولید متابولیت ها و اسیدها در نمونه های دوغ جلوگیری کرده و باعث کاهش شاخص اسیدپته در نمونه های حاوی مقدار بیشتر اسانس کاکوتی و آنزیم ترانس گلوتامیناز باشد (۳). توکلی و همکاران (۱۳۹۳) تغییرات اسیدپته و pH را طی دوره نگهداری بایو دوغ طعم دار طی ۲۱ روز نگهداری بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد اسیدپته نمونه های طی دوره نگهداری افزایش یافت اما افزودن اسانس های آویشن و آلوئه ورا نسبت به نمونه شاهد باعث کاهش شاخص اسیدپته شد که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت (۱). فدائی نوعانی و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (با غلظت های ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ گرم بر لیتر) را به عنوان بخشی از کنسانتره پروتئین شیر بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست اسفناج در دمای ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ روز بررسی کردند. نتایج نشان داد تغییرات مشخص در مقادیر pH و اسیدپته طی زمان نگهداری رخ نداد اما در لحظه تولید مقادیر pH و اسیدپته نمونه های حاوی آنزیم دارای pH بیشتر و اسیدپته کمتر نسبت به نمونه شاهد بودند (۸). وثوق و همکاران، (۱۳۸۸) اثر عرق نعناع بر قابلیت بقای باکتری های

مطابق با حدود تعریف شده شاخص pH در استاندارد ملی ایران، نباید pH نمونه های دوغ از ۴/۵ بیشتر باشد و همان طور که نتایج نشان داد مقدار pH تمامی نمونه ها پایین تر از ۴/۵ بوده و تنها تیمار شاهد و تیمار شماره ۵ (حاوی ۰/۱ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۰۱ اسانس کاکوتی) دارای مقدار ۴/۵۰ بودند (۱۲). توکلی و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند، افزودن اسانس های آویشن و آلوئه ورا نسبت به نمونه شاهد باعث افزایش شاخص pH شد که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت (۱). دستغیب بهشتی و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند با افزایش زمان نگهداری pH نمونه ها کاهش یافت همچنین افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز تأثیر قابل توجهی بر pH نمونه های کفیر نداشت اما افزایش مقدار آلزینات باعث کاهش pH نمونه های تولیدی شد (۴). Mituniewicz و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر اینولین و آنزیم ترانس گلوتامیناز در شیر بز تخمیر شده حاوی باکتری های پروبیوتیک را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش زمان نگهداری pH نمونه های کاهش یافت اما نمونه های حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز دارای بیشترین مقدار pH نسبت به نمونه های حاوی اینولین و نمونه شاهد بود (۲۴). Juliana و همکاران (۲۰۱۱)، اثر درصدهای مختلف (۰ تا ۰/۰۴ درصد) آنزیم ترانس گلوتامیناز بر خصوصیات رئولوژیکی ماست را در دما نمونه های حاوی مقادیر بیشتر آنزیم ترانس گلوتامیناز دارای pH کمتری نسبت به نمونه شاهد بودند. نتایج نشان داد شاخص pH طی دوره نگهداری کاهش یافت اما در لحظه تولید با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت (۲۰). Gauche و همکاران (۲۰۰۹)، خصوصیات فیزیکی ماست تولیدی حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز به همراه پروتئین وی را بررسی کردند. نتایج نشان داد تیمارهای حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز دارای بیشترین مقدار pH و کمترین مقدار اسیدپته نسبت به نمونه شاهد بودند (۱۹). حسین نیا و همکاران (۱۳۹۸) نشان دادند که pH باگذشت مدت زمان ذخیره سازی دوغ غنی شده با ریزپوشینه های اسانس کاکوتی افزایش یافت (۲).

خشک در تیمارهای حاوی مقدار بیشتر آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی دوغ شد. همان طور که نتایج نشان داد بیشترین مقدار ماده خشک در تیمار ۱۰ بود که حاوی بیشترین مقدار آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی بود. بدیهی است با افزایش مقدار این مواد شاهد افزایش ماده خشک بوده همچنین در سایر تیمارها نیز با افزایش درصد آنزیم و اسانس کاکوتی مقدار ماده خشک نسبت به تیمارهای قبلی افزایش معنی داری داشت. مطابق با حدود تعریف شده ماده خشک در استاندارد ملی ایران، مقدار مواد جامد بدون چربی دوغ نباید از ۳/۲ درصد (وزنی/وزنی) کم تر باشد و با توجه به وزن نمونه‌ها (۱۵۰ گرم) مقدار ماده خشک نمونه‌ها باید بیشتر از ۴/۸ باشد و همان طور که نتایج نشان داد کمترین مقدار ماده خشک تمامی نمونه‌ها ۵/۴۰ بود که در محدوده مجاز قرار داشت (۱۱). Gauche و همکاران (۲۰۰۹)، خصوصیات فیزیکی ماست تولیدی حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز به همراه پروتئین وی را بررسی کردند. نتایج نشان داد تیمارهای حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز دارای بیشترین مقدار pH و کم ترین مقدار اسیدیته نسبت به نمونه شاهد بودند (۱۹). حسین نیا و همکاران (۱۳۹۸) نشان دادند با افزایش زمان ذخیره سازی، اسیدیته نمونه های دوغ کاهش یافت و این مسئله بیشتر زمانی مشاهده شد که از ریزپوشینه های پکتین در فرمولاسیون استفاده شد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت نداشت (۲).

پروبیوتیک در نوشیدنی سنتی ایرانی (دوغ) را در دمای ۴ درجه سانتی گراد طی ۹ هفته نگهداری بررسی کردند. نتایج نشان داد pH و اسیدیته نمونه‌ها طی دوره نگهداری کاهش یافت اما در روز تولید نمونه‌های حاوی عرق نعناع دارای pH بیشتر و اسیدیته کمتر نسبت به نمونه شاهد بودند که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت (۱۷). Iuliana و همکاران (۲۰۱۱)، اثر درصدهای مختلف (۰ تا ۰/۴ درصد) آنزیم ترانس گلوتامیناز بر خصوصیات رئولوژیکی ماست را در دماهای مختلف بررسی کردند. نتایج نشان داد شاخص اسیدیته طی دوره نگهداری افزایش یافت اما از لحظه تولید تا روز ۲۵ام نگهداری، نمونه‌های حاوی ترانس گلوتامیناز داری اسیدیته کمتری نسبت به نمونه شاهد بود که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت (۲۰). Gauche و همکاران (۲۰۰۹)، خصوصیات فیزیکی ماست تولیدی حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز به همراه پروتئین وی را بررسی کردند. نتایج نشان داد تیمارهای حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز دارای بیشترین مقدار pH و کم ترین مقدار اسیدیته نسبت به نمونه شاهد بودند (۱۹). حسین نیا و همکاران (۱۳۹۸) نشان دادند با افزایش زمان ذخیره سازی، اسیدیته نمونه های دوغ کاهش یافت و این مسئله بیشتر زمانی مشاهده شد که از ریزپوشینه های پکتین در فرمولاسیون استفاده شد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت نداشت (۲).

۳-۳-۳- درصد ماده خشک

بر اساس نتایج، مشخص شد نوع تیمارهای اثر کاملاً معنی داری بر شاخص ماده خشک دوغ داشتند ($P \leq 0/01$). به عبارت دیگر با افزایش درصدهای آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی مقدار ماده خشک دوغ افزایش معنی داری داشت. بیشترین مقدار ماده خشک (۵/۸۵) متعلق به تیمار ۱۰ (حاوی ۰/۱ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود و کم ترین مقدار ماده خشک (۵/۴۰) متعلق به تیمار ۱ (حاوی ۰ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود. افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی به دوغ باعث افزایش ماده

۳-۳-۴- ویسکوزیته بر حسب سانتی پواز

تیمارهای تحقیق اثر کاملاً معنی داری بر شاخص ویسکوزیته دوغ داشتند ($P \leq 0/01$). به عبارت دیگر با افزایش درصدهای آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی مقدار ویسکوزیته دوغ افزایش معنی داری داشت. بیشترین مقدار ویسکوزیته (۱۲/۷۷) متعلق به نمونه شاهد و تیمار ۶ (حاوی ۰ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود و کم ترین مقدار ویسکوزیته (۱۲/۳۰) متعلق به تیمار ۷ (حاوی ۰/۲۵ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود (جدول ۳). به طور کلی تیمارهای حاوی اسانس کاکوتی و آنزیم ترانس گلوتامیناز با مقادیر بیشتر دارای ویسکوزیته بیشتری بودند و از آن جاکه عملکرد اصلی این آنزیم اتصال عرضی پروتئین‌ها به صورت کوالانسی است در نتیجه شاهد پایداری محصول خواهیم

نمونه‌های حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز دارای بیشترین ویسکوزیته و کمترین سینریزس نسبت به نمونه شاهد بودند. به طور کلی نتایج نشان داد اتصال عرضی آنزیمی پروتئین‌های شیر با آنزیم ترانس گلوتامیناز باعث بهبود برخی خواص ماست تهیه‌شده از شیر بز نظیر ویسکوزیته و آب اندازی شد (۱۸). Iuliana و همکاران (۲۰۱۱)، اثر درصدهای مختلف (۰ تا ۰/۰۴ درصد) آنزیم ترانس گلوتامیناز بر خصوصیات رئولوژیکی ماست را در دماهای مختلف بررسی کردند. نتایج نشان داد نمونه‌های حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز دارای ویسکوزیته بیشتری نسبت به نمونه شاهد بودند که با تحقیق حاضر هم راستا بود (۲۰). همچنین نتایج نشان داد بین مقادیر مختلف آنزیم ترانس گلوتامیناز و ویسکوزیته نمونه‌های ماست ارتباط مستقیمی وجود داشت و دلیل افزایش ویسکوزیته توانایی آنزیم در تشکیل پلی‌مرهایی با وزن مولکولی بالا از مونومرهای پروتئین بود (۱۹).

شد (۱۹). درمقایسه با پژوهش حاضر، فدائی نوغانی و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (با غلظت‌های ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ گرم بر لیتر) را به‌عنوان بخشی از کنسانتره پروتئین شیر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست اسفناج را بررسی کردند. نتایج نشان داد افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز در نمونه‌های ماست می‌تواند خواص تشکیل ژل در کازئین را توسط اتصالات عرضی بین مولکولی بهبود بخشد و باعث استحکام ژل نمونه‌های حاوی آنزیم شود (۸). مویزاده (۱۳۹۱) تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست پروبیوتیک بدون چربی را طی ۱۹ روز بررسی کردند. نتایج نشان داد افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز باعث افزایش ویسکوزیته نمونه‌ها شد (۱۶). Farnsworth و همکاران (۲۰۰۶) اثر تیمار ترانس گلوتامیناز را بر زنده‌مانی و خواص ماست تهیه‌شده از شیر بز بررسی کردند. نتایج نشان داد

جدول ۳- مقایسه میانگین ویسکوزیته نمونه‌های دوغ تهیه‌شده از شیر میش حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی

ویسکوزیته (سانتی پواز)	تیمار
۱۲/۷۷±۰/۰۵ ^c	شاهد
۱۲/۳۳±۰/۰۵ ^a	۱
۱۲/۴۰±۰/۰۰ ^{ab}	۲
۱۲/۵۰±۰/۱۰ ^b	۳
۱۲/۵۰±۰/۰۰ ^b	۴
۱۲/۷۰±۰/۱۰ ^c	۵
۱۲/۷۷±۰/۰۵ ^c	۶
۱۲/۳۰±۰/۰۰ ^a	۷
۱۲/۴۰±۰/۰۰ ^{ab}	۸
۱۲/۵۰±۰/۱۰ ^b	۹
۱۲/۷۰±۰/۱۰ ^c	۱۰

مقدار دو فاز شدن (۱/۰۰) متعلق به نمونه شاهد بود و کمترین مقدار دو فاز شدن (۰/۴۰) متعلق به تیمار ۵ (حاوی ۰/۱ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز+۰/۰۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود (جدول ۴). افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی باعث کاهش آب‌اندازی و دو فاز شدن نمونه‌ها شده

۳-۵- درصد دو فاز شدن

بر اساس نتایج مشخص شد تیمارهای تحقیق اثر کاملاً معنی‌داری بر دو فاز شدن دوغ داشتند ($P \leq 0/01$). به عبارت دیگر با افزایش درصدهای آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی مقدار دو فاز شدن دوغ کاهش معنی‌داری داشت. بیشترین

دلیل این امر می‌تواند تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز بر خصوصیات جریانی دوغ و کاهش منافذمحتوی آب در شبکه‌ی پروتئینی باشد. مطابق با استاندارد ملی ایران، ترکیبات ناروان ساز یا ضد دوفاز شدن در دوغ الزامی است از مواد طبیعی یا مشابه طبیعی استفاده شود و غلظت آن‌ها نباید از ۱۰٪ ماده خشک بدون چربی دوغ (وزنی/وزنی) تجاوز کند. مطابق با نتایج از اسانس طبیعی کاکوتی و آنزیم ترانس گلوتامیناز استفاده شده است و مقدار آن‌ها (۰/۰۱، ۰/۰۰۱، ۰/۰۲۵، ۰/۰۵۰، ۰/۰۷۵ و ۰/۱) بسیار کم‌تر از ۱۰ درصد ماده خشک بدون چربی (۰/۵۴) بود. Iuliana و همکاران (۲۰۱۱)، اثر درصدهای مختلف (۰ تا ۰/۰۴ درصد) آنزیم ترانس گلوتامیناز بر خصوصیات رئولوژیکی ماست را در دماهای مختلف بررسی کردند. نتایج نشان داد ظرفیت نگهداری آب در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد برای ۲ ساعت نگهداری، برای تیمارهایی که حاوی ۰/۰۳-۰/۰۲ آنزیم ترانس گلوتامیناز بودند کمترین مقدار بود (۲۰). Gauche و همکاران (۲۰۰۹)، خصوصیات فیزیکی ماست تولیدی حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز به

همراه پروتئین وی را بررسی کردند. نتایج نشان داد تیمارهای حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز دارای کاهش ۳۱ درصدی آب اندازی نسبت به نمونه کنترل بودند و علت آن را اتصالات عرضی زنجیره‌های پروتئینی در تشکیل ژل ماست دانستند که از ایجاد تخلخل در تشکیل ژل جلوگیری کرده و باعث پایداری بیشتر نمونه‌های ماست و کاهش آب اندازی نسبت به نمونه کنترل شد (۱۹). Farnsworth و همکاران (۲۰۰۶)، اثر تیمار ترانس گلوتامیناز را بر زنده‌مانی و خواص ماست تهیه شده از شیر بز را در دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد برای ۵ ساعت بررسی کردند. نتایج نشان داد نمونه‌های حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز دارای بیشترین ویسکوزیته و کمترین سینریزس نسبت به نمونه شاهد بودند. به‌طور کلی نتایج نشان داد اتصال عرضی آنزیمی پروتئین‌های شیر با آنزیم ترانس گلوتامیناز باعث بهبود برخی خواص ماست تهیه شده از شیر بز نظیر ویسکوزیته و آب اندازی شد (۱۸). حسین‌نیا و همکاران (۱۳۹۸) نشان دادند به‌طور کلی، دو فاز شدن با گذشت زمان به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر هم راستا نبود (۲).

جدول ۴- مقایسه میانگین درصد دوفاز شدن نمونه‌های دوغ تهیه شده از شیر میش حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی

تیمارها	دو فاز شدن٪
شاهد	۱/۰۰±۰/۰۰ ^B
۱	۰/۸۷±۰/۰۵ ^{ef}
۲	۰/۸۰±۰/۱۰ ^c
۳	۰/۶۰±۰/۰۰ ^c
۴	۰/۵۰±۰/۰۵ ^b
۵	۰/۴۰±۰/۰۰ ^a
۶	۰/۹۰±۰/۰۰ ^f
۷	۰/۸۳±۰/۰۵ ^{ef}
۸	۰/۷۰±۰/۱۰ ^d
۹	۰/۶۰±۰/۰۰ ^c
۱۰	۰/۵۰±۰/۰۵ ^b

۳-۶- درصد چربی

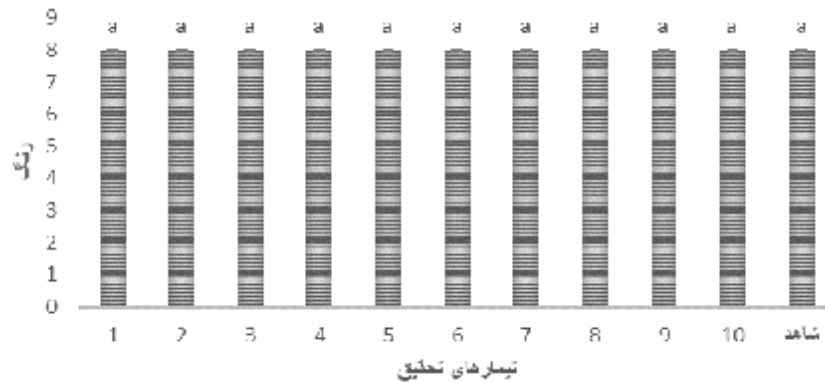
با توجه به نتایج، میانگین اندازه گیری چربی در تمامی تیمارها ثابت و مقدار ۱/۲۰ بود بنابراین می توان نتیجه گرفت افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی تأثیر معنی داری بر چربی دوغ نداشتند. توکلی و همکاران (۱۳۹۳) تغییرات اسیدیته و pH را طی دوره نگهداری بایو دوغ طعم دار طی ۲۱ روز نگهداری بررسی کردند. نتایج نشان داد مقدار چربی

برای تمامی نمونه ها از لحظه تولید تا پایان دوره نگهداری ثابت و مقدار ۰/۲ درصد بود (۱).

۳-۷- ارزیابی حسی

۳-۷-۱- امتیاز حسی رنگ

مقایسه میانگین ارزیابی حسی رنگ دوغ تهیه شده از شیر میش حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی نشان داد همه ارزیابان برای رنگ دوغ امتیاز ۸ را در نظر گرفتند (نمودار ۱).

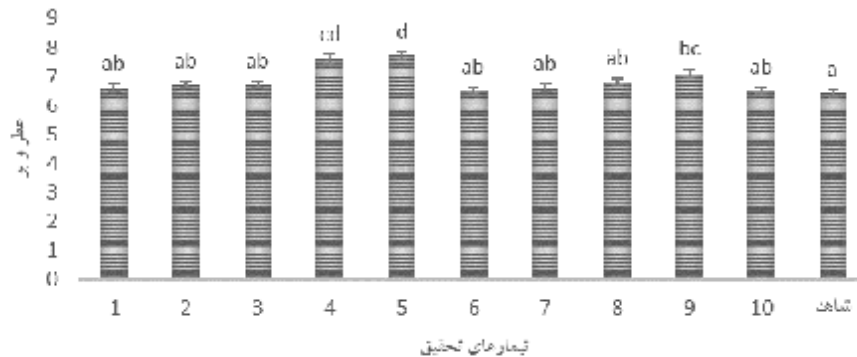


نمودار ۱- مقایسه میانگین ارزیابی حسی رنگ دوغ تهیه شده از شیر میش

۳-۷-۲- امتیاز حسی عطر و بو

مقایسه میانگین ارزیابی حسی عطر و بو دوغ تهیه شده از شیر میش حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی نشان داد بیشترین امتیاز ارزیابی حسی عطر و بو متعلق به نمونه ۵

(حاوی ۰/۱ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۰۱ درصد اسانس کاکوتی) و کمترین امتیاز متعلق به نمونه شاهد بود (نمودار ۲).

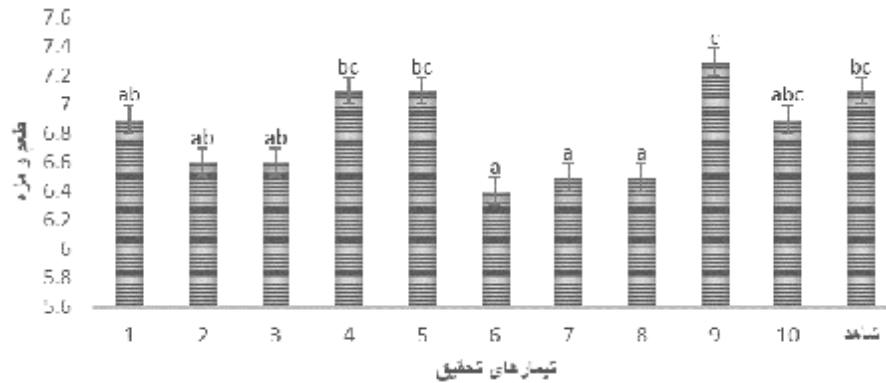


نمودار ۲- مقایسه میانگین ارزیابی حسی عطر و بو دوغ تهیه شده از شیر میش

۳-۷-۳- امتیاز حسی طعم و مزه

(حاوی ۰/۰۷۵ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود و کمترین امتیاز متعلق به نمونه ۶ (حاوی ۰ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود (نمودار ۳).

مقایسه میانگین ارزیابی حسی طعم و مزه دوغ تهیه شده از شیر میش حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی نشان داد بیشترین امتیاز ارزیابی حسی طعم و مزه متعلق به نمونه ۹

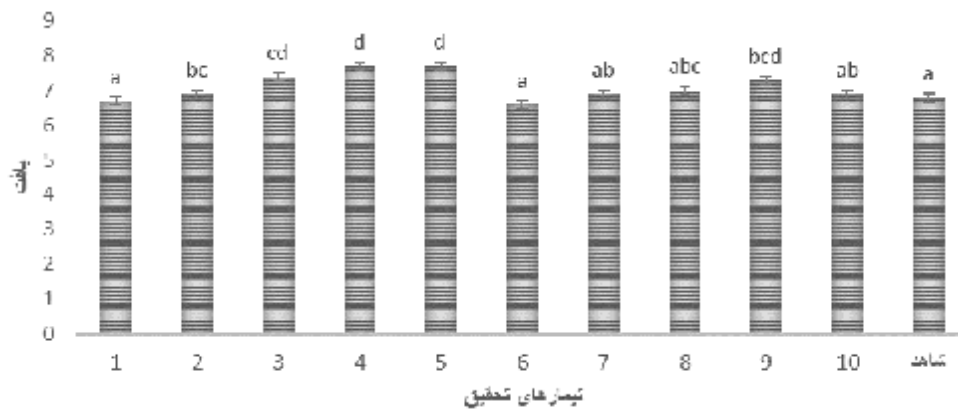


نمودار ۳- مقایسه میانگین ارزیابی حسی طعم و مزه دوغ تهیه شده از شیر میش

۳-۷-۴- امتیاز حسی بافت

(به ترتیب حاوی ۰/۰۷۵ و ۰/۱ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود و کمترین امتیاز (۶/۶۰) متعلق به نمونه ۶ (حاوی ۰ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود (نمودار ۴).

مقایسه میانگین ارزیابی حسی بافت دوغ تهیه شده از شیر میش حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی نشان داد بیشترین امتیاز ارزیابی حسی بافت (۷/۷۰) متعلق به نمونه ۴ و ۵

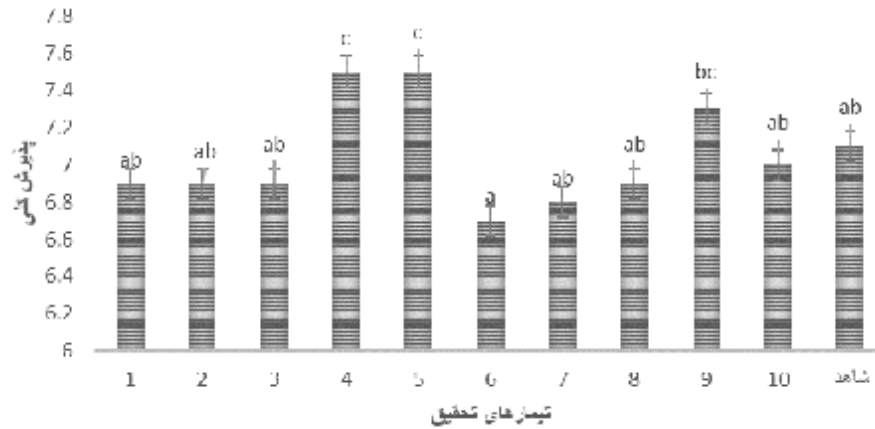


نمودار ۴- مقایسه میانگین ارزیابی حسی بافت دوغ تهیه شده از شیر میش

۳-۷-۵- امتیاز حسی پذیرش کلی

نمونه ۴ و ۵ (به ترتیب حاوی ۰/۰۷۵ و ۰/۱ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود و کمترین امتیاز (۶/۷۰) متعلق به نمونه ۶ (حاوی ۰ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) بود (نمودار ۵).

مقایسه میانگین ارزیابی حسی پذیرش کلی دوغ تهیه شده از شیرمیش حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی نشان داد بیشترین امتیاز ارزیابی حسی بافت (۷/۵۰) متعلق به



نمودار ۵- مقایسه میانگین ارزیابی حسی پذیرش کلی دوغ تهیه شده از شیر میش

را کاهش خواهد داد (۲۶). از طرفی افزایش ویسکوزیته در تیمارهای حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز سرعت رهایش ترکیبات فرار را با تأخیر بیشتری صورت خواهد داد و در نتیجه درک و احساس مولکول‌ها در ارزیابی حسی پایین تر خواهد بود (۶). به طور خلاصه و مقایسه با پژوهش حاضر، فدائی‌نوغانی و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی (با غلظت‌های ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ گرم بر لیتر) را به عنوان بخشی از کنسارته پروتئین شیر بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست اسفناج بررسی کردند. نتایج نشان داد افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز باعث افزایش ویسکوزیته و کاهش آب‌اندازی در نمونه‌ها شد و در ارزیابی حسی باعث بهبود بافت نمونه‌ها شد همچنین افزایش مقادیر آنزیم در تیمارها باعث کاسته شدن طعم و بوی نمونه‌ها شد (۸). داودی و زمردی (۱۳۹۲) تأثیر اسانس کاکوتی بر میزان زنده‌مانی باکتری لاکتوباسیلوس کازئی را در دوغ پروبیوتیک طی ۵۴ روز بررسی کردند. در این تحقیق از مقدار ۰-۶ میکروگرم بر لیتر از اسانس کاکوتی استفاده شد. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نشان داد تأثیر مقدار اسانس بر امتیازات عطر و طعم نمونه‌های دوغ معنی دار بود. همچنین با افزایش غلظت اسانس از ۳ به ۶ میکروگرم بر لیتر از امتیاز طعم به دلیل افزایش طعم تندی کاهش یافت و بهترین مقدار اسانس کاکوتی مقدار ۳ میکروگرم بر لیتر انتخاب شد (۳). شیرخانی (۱۳۹۱) تأثیر تیمار آنزیمی با ترانس گلوتامیناز را

شاخص رنگ برای تمامی نمونه‌ها یکسان بود و از منظر شاخص‌های عطر و بو، بافت و پذیرش کلی نمونه‌های T4 و T5 (به ترتیب حاوی ۰/۰۷۵ و ۰/۱ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۰۱ درصد اسانس کاکوتی) دارای بیشترین امتیازات ارزیابی حسی بودند. در مورد طعم و مزه تیمار شماره ۹ (حاوی ۰/۰۷۵ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) و بعد از آن تیمارهای شماره ۴ و ۵ دارای بالاترین امتیاز ارزیابی حسی طعم و مزه بودند. به طور کلی امتیازات ارزیابی حسی اختصاص یافته توسط ارزیاب‌ها در طیف هدونیک نه نقطه‌ای از مقدار ۶ بالاتر بوده و این نشان از امتیازات خوب نمونه‌های دوغ بوده است. دلیل اختصاص بیشترین امتیازات ارزیابی حسی به تیمارهای T4 و T5 می‌تواند مقدار مناسب اسانس کاکوتی و مقدار کمتر آنزیم ترانس گلوتامیناز در این دو تیمار باشد و دلیل کمتر بودن امتیازات در برخی تیمارهای حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز بر اساس تحقیقات انجام شده می‌تواند کاهش تولید استالدهید (ترکیب طعمی اصلی در محصولات لبنی) در نتیجه ایجاد پیوندهای عرضی در پروتئین‌ها باشد (۲۵). همچنین احتمال می‌رود که ژل‌های پروتئینی درهم تنیده شده ترکیبات طعم را در درون ساختار خود نگاه داشته و از رهایش استالدهید جلوگیری کند. ممکن است در اثر فعالیت آنزیم ترانس گلوتامیناز مقدار اسید آمینه‌های آزاد، کمتر در دسترس باشد که در نتیجه آن فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک

آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ اسانس کاکوتی) به‌عنوان تیمار برتر معرفی می‌گردد.

۵- منابع

۱. توکلی، ر.، کرمی، م. و قصری، ش. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات اسیدیته و pH طی دوره نگهداری بایو دوغ طعم دار، سومین همایش ملی امنیت غذایی، سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه.
۲. حسین نیا، م.، الماسی، ه. و علیزاده خالدآباد، م. ۱۳۹۸. بهینه‌سازی فرمولاسیون و ارزیابی خواص دوغ غنی‌شده با ریز پوشینه های حاوی اسانس کاکوتی *Ziziphora clinopodiodes*. نشریه مهندسی بیوسیستم ایران، جلد ۵۰، شماره ۲، صفحات ۳۶۵-۳۵۵.
۳. داودی، س.، زمردی، ش. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر اسانس کاکوتی بر میزان زنده‌مانی لاکتوباسیلوس کازئی در دوغ پروبیوتیک. دومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی، ۱۰-۱.
۴. دستغیب بهشتی، م. ک.، افراء، ن. و سخاوتی زاده، س. ۱۳۹۴. استفاده از صمغ آلزینات و آنزیم ترانس گلوتامیناز در کفیر صنعتی و بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی آن. مجله علوم غذایی و تغذیه، جلد ۱۴، شماره ۳، ۷۴-۵۹.
۵. شافعی، م.، شریفان، الف. و آقازاده مشگی، م. ۱۳۸۹. شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس کاکوتی و بررسی اثر ضد میکروبی آن بر روی مخمر کلویورومایسس مارکسیانوس. مجله علوم غذایی و تغذیه، جلد ۹، شماره ۱، ۱۰۸-۱۰۱.
۶. شیرخانی، م. ۱۳۹۱. تأثیر تیمار آنزیمی با ترانس گلوتامیناز بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی دوغ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم و

بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی دوغ بررسی کردند. نمونه‌های دوغ از نظر ظاهر، عطر و بو، احساس دهانی و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد نمونه‌های ماست بدون تیمار آنزیمی دارای بیشترین امتیاز ارزیابی حسی بودند و نمونه‌های تیمار شده با آنزیم دارای امتیاز ارزیابی حسی کمتری بودند (۶). Iuliana et al., (2011) اثر درصدهای مختلف (۰ تا ۰/۰۴ درصد) آنزیم ترانس گلوتامیناز بر خصوصیات رئولوژیکی ماست را در دماهای مختلف بررسی کردند. نتایج ارزیابی حسی نشان داد تمامی نمونه‌های حاوی آنزیم ترانس گلوتامیناز دارای امتیاز ارزیابی حسی بالاتری نسبت به نمونه شاهد بودند (۲۰). Lorenzen et al., (2002) تأثیر تیمار آنزیمی (ترانس گلوتامیناز) با پروتئین‌های شیر را بررسی کردند. نتایج ارزیابی حسی نشان داد نمونه‌های حاوی ترانس گلوتامیناز دارای سطحی صاف، نرم و درخشندگی بیشتری نسبت به نمونه‌های بدون آنزیم بود (۲۳).

۴- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز و اسانس کاکوتی به نمونه‌های دوغ باعث بیشتر بودن مقدار pH و کمتر بودن مقدار اسیدیته در لحظه تولید در این تیمارها باشد. افزودن اسانس کاکوتی و آنزیم ترانس گلوتامیناز باعث افزایش ویسکوزیته و ماده خشک و کاهش آب‌انداختگی و دو فاز شدن نمونه‌های دوغ شد همچنین نتایج نشان داد افزودن این مواد تأثیری در مقدار چربی نمونه‌ها نداشت. در مورد نتایج ارزیابی حسی تیمارهای ۴ و ۵ (به ترتیب حاوی ۰/۰۷۵ و ۰/۱ درصد آنزیم ترانس گلوتامیناز + ۰/۰۱ درصد اسانس کاکوتی) دارای بهترین امتیازات ارزیابی حسی بودند و دلیل آن مقدار مناسب اسانس کاکوتی در تیمارهای مذکور بود. همچنین نتایج نشان داد امتیازات اختصاص یافته به تمامی تیمارها بیش از مقدار ۶ بوده که نشان از احساس ارزیابی حسی مطلوب توسط ارزیاب‌ها بوده است. مطابق با نتایج ارائه شده با توجه به کمترین مقدار آب‌اندازی، ویسکوزیته بالا و بیشترین امتیازات ارزیابی حسی تیمار شماره ۵ (حاوی ۰/۱ درصد

۱۴. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۷. دوغ ساده-ویژگی ها و روش های آزمون، استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۵۳.
۱۵. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۹. شیر- اندازه گیری مقدار چربی، استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۴.
۱۶. مویزاده، س. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست پروبیوتیک بدون چربی. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد ارومیه.
۱۷. وثوق، الف. ص.، خمیری، م.، کاشانی نژاد، م. و جعفری، س. م. ۱۳۸۸. اثر عرق نعناع بر قابلیت بقای باکتری های پروبیوتیک در نوشیدنی سنتی ایرانی (دوغ). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۶، شماره ۱، ۱-۱۰.
18. Farnsworth, J. P., Hendriks, J. Li. and Guo, M. R. 2006. Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt. *Small Ruminant Research*, 65: 113-121.
19. Gauche, C., Tomazi, T., Barreto, P. J., Ogliari, M. and Bprdignon-Luiz T. 2009. Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase. *LWT- Food Science and Technology*, 42: 239-243.
20. Inliana, A., Gabriela, G., Aurelia, I. and Iuliana, B. 2011. The Effect of Transglutaminase on The Rheological Properties of Yogurt. *Journal of Food Industry*, 12(2): 185-196.
21. Jooyandeh, H., Mahmoodi, R. and Hojjati, M. 2016. Effect of cold enzymatic treatment of milk by transglutaminase on textural properties of yogurt. *Journal of Food Science & Technology*, 1(13): 91-98.
22. Kiani, H., Mousavi, M. E., Razavi, H. and Morris, E. R. 2010. Effect of gellan, alone and in combination with high-methoxy pectin, on the structure and stability of doogh, a yogurt-based صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه.
۷. طیبیان، م.، نعمت بخش، س.، اعتراضیان، س. و مجیدی نیا، ل. ۱۳۹۲. مروری بر ویژگی های فرآورده های لبنی حاصل از شیر بز و گوسفند، بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، شیراز، دانشگاه شیراز.
۸. فدائی نوغانی، و.، مفیدی، ا. و زارعی، م. ۱۳۹۳. اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی به عنوان بخشی از کنساتره پروتئین شیر بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست اسفناج. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، جلد ۹، شماره ۳، ۹۳.
۹. فروغی نیا، س.، عباسی، س. و حمیدی، ز. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر هم زدن و همگن سازی روی میزان دوفاز شدن دوغ. مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی، جلد ۱، شماره ۳، ۱۰۰-۸۳.
۱۰. مظفرپور نوری، آ.، ناطقی، ل. ۱۳۹۷. بررسی آنزیم ترانس گلوتامیناز و بتاگلوکان بر بقا لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و خواص فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم چرب پروبیوتیک، نشریه علوم و صنایع غذایی، جلد ۱۵، شماره ۸۳، ۶۹-۵۷.
۱۱. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۴۹. تعیین ماده خشک شیر، استاندارد ملی ایران شماره ۶۳۷.
۱۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۵. شیر و فرآورده های آن - pH و اسیدیته - روش آزمون. استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲.
۱۳. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۶. دوغ - آیین کار تولید و تهیه. استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۵۲۸.

26. Sharma, R., Lorenzen, P. C. and Qvist, K. B. 2001. Influence of transglutaminase treatment of skim milk on the formation of ϵ -(γ -glutamyl) lysine and the susceptibility of individual proteins towards crosslinking. *International Dairy Journal*, 11: 785-793.
27. Shirkhani, M., Madadlou, A. and Khosrowshahi, A. 2015. Enzymatic Modification to Stabilize the Fermented Milk Drink. Doogh. *Journal of Texture Studies*, 46(1): 22-33.
28. Yokoyama, K., Nio, N. and Kikuchi, Y. 2004. Properties and applications of microbial transglutaminase. *Applied microbiology and Biotechnology*, 64 (4): 447-54.
- Iranian drink. *Food Hydrocolloids*, 24: 744-754.
23. Lorenzen, P. C., Neve, H., Mautner, A. and Schlimme, E. 2002. Effect of enzymatic cross-linking of milk proteins on functional properties of set style yoghurt. *Journal of Dairy Technology*. 55(3): 152-157.
24. Mituniewicz-malek, A., Ziarno, M. and Dmytrow, I. 2014. Incorporation of inulin and transglutaminase in fermented goat milk containing probiotic bacteria. *American Dairy Science Association*, 97: 3332-3338.
25. Ozer, B., Avni Kirmaci, H., Oztekin, S., Hayaloglu, A. and Atamer, M. 2007. Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat yogurt production. *International Dairy Journal*, 17: 199-207.

(Original Research Paper)
**The Optimization of Sheep's Yogurt Drink(Doogh)
Containing Transglutaminase Enzyme and Ziziphora
Essence**

Dorna Moradian¹, Alireza Shahab Lavasani^{2*}, Mohammad Reza Eshaghi³

1- MSc Graduated of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

2 –Assistant Professor, Innovative Technologies in Functional Food Production Research Center, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

3 –Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

Received:09/10/2020

Accepted:24/11/2020

Abstract

Yoghurt drink (doogh) is a nutritious fermented dairy product. The aim of this study was to determine the effect of transglutaminase (0, 0.025, 0.050, 0.075 and 0.1%) and ziziphora essence (0.001 and 0.01%) on physicochemical (pH, acidity (Dornic), dry matter%, fat%, viscosity (CP), serum separation%) and sensory properties including (taste, flavor, aroma, color, appearance, texture and overall acceptability) of yoghurt drink (doogh). The results showed that as the amounts of transglutaminase and ziziphora increased, pH from 4.05 to 4.50, dry matter% from 5.40 to 5.85 and viscosity (CP) from 12.32 to 12.70 CP increased and acidity (Dornic) from 46 to 42.67 and serum separation% from 0.87 to 0.5 decreased. Fat content of all treatments were 1.20%. The results for sensory evaluation showed T4 containing (0.075 % of transglutaminase enzyme + 0.001 % ziziphora essence) and T5 containing (0.1% of transglutaminase enzyme + 0.001 % ziziphora essence) had the highest sensory evaluation scores. Due to the lowest amount of serum separation, high viscosity and the highest scores of sensory evaluations, T₅ containing 0.1% transglutaminase enzyme and 0.001% ziziphora essence was selected as the best among others.

Keywords: Ziziphora Essence, Transglutaminase, Sheep's Milk, Yoghurt Drink.

* Corresponding Author: shahabam20@yahoo.com