نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۳ شماره ۴/ سال ۱۳۹۲

مطالعه تاثیر استفاده از پرمیات حاصل از تغلیظ شیر به روش اولترافیلتراسیون و صمغ زدو بر ویژگی‌های کیفی دوغ

فرناز نبی زاده [۱*]، اصغر خسروشاهی اصل[۲] و شهین زمردی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۵

[۱] دانشجوی دوره دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[۲] استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[۳] استادیار بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان

[*]مسئول مکاتبه: Email: Fnabizadeh360@gmail.com

چکیده

در این مطالعه تاثیر صمغ زدو (با غلظت های۰ ، ۰/۲ و ۰/٤ درصد) بر پایدارسازی و ویژگی‌های کیفی دوغ و امکان کاربرد پرمیات حاصل از تغلیظ شیر به روش اولترافیلتراسیون به عنوان جایگزین آب در رقیق سازی ماست (با غلظت های۰، ۲۵ و۵۰ درصد) در طول ۳۰ روز نگهداری در دمای ٤ درجه سانتیگراد با استفاده از روش سطح پاسخ و طرح مرکب مرکز وجه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان جداشدن سرم با افزایش سطح پرمیات و صمغ زدو بطور معنی‌داری کاهش و طی نگهداری افزایش یافت ($p<0.05$). ویسکوزیته ظاهری با افزایش پرمیات و صمغ زدو افزایش یافت و تغییرات آن طی نگهداری معنی‌دار نبود ($p>0.05$). اسیدیته بطور معنی دار تحت تاثیر پرمیات، صمغ زدو و زمان نگهداری قرار گرفت. پرمیات بدلیل افزایش ماده خشک و صمغ زدو به دلیل جذب آب موجب کاهش رطوبت شدند. دانسیته فقط تحت تاثیر پرمیات افزایش یافت ($p<0.05$). در ارزیابی رنگ مشخص شد شاخص L* با گذشت زمان بیشتر شده ولی اثر متقابل صمغ زدو و پرمیات تاثیر عکس داشته است. در غلظت های پایین صمغ زدو افزایش پرمیات منجر به کاهش اندیس a* شد ولی در غلظت های بالاتر صمغ زدو a* افزایش یافت. پرمیات و صمغ زدو هردو منجر به افزایش اندیس b* شدند. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که در طول زمان نگهداری پرمیات موجب کاهش امتیاز طعم و صمغ زدو موجب افزایش امتیاز قوام گردید. مقادیر صمغ زدو ۰/۱۹ درصد، پرمیات ۳۲/۵۵ درصد و زمان نگهداری ۳۰ روز به عنوان شرایط بهینه تعیین شد.

واژه های کلیدی: پایدارسازی، پرمیات، دوغ، صمغ زدو

مقدمه

پرمیات محصول جانبی کم ارزش حاصل از فرآیند پنیرسازی به روش اولترافیلتراسیون می باشد که معمولاً دور ریخته می شود. پرمیات شیر حاوی ٤/٥ تا ٤/٨ درصد لاکتوز و ٠/٤٤ تا ٠/٤٧ درصد نمک‌های معدنی است و BOD[1] بالایی دارد. لذا قبل از دفع به فاضلاب بایستی تیمار گردد (پاسیفل و همکاران ۲۰۰۸). از کاربردهای پرمیات می توان به تغذیه دام و استاندارد سازی پروتئین شیر و اختلاط با سایر مایعات لبنی اشاره نمود (پاسیفل و همکاران ۲۰۰۸، هانسن و همکاران ۲۰۱۰). همچنین به عنوان منبع ارزان قیمت برای تولید لاکتوز می‌تواند برای ایزومره کردن آن به مشتقات غیرقابل جذب لاکتوز مانند لاکتولوز، لاکتیتول و لاکتوبیونیک اسید بکار رود (پاسیفل و همکاران ۲۰۰۸). برخی از محققان بر تاثیر اختلاط پرمیات با شیر بر خواص تکنولوژیکی و حسی شیر و محصولات حاصل از آن تمرکز کرده‌اند (هانسن و همکاران ۲۰۱۰). در مجموع این مطالعات نشان داده است که استفاده از پرمیات به عنوان یک جزء تشکیل دهنده می تواند در کیفیت محصول نهایی تاثیر داشته باشد. راتری و جلی (۱۹۹٦) از پرمیات حاصل از اولترافیلتراسیون شیر پس چرخ (SMP[2])، آب پنیر شیرین (SWP[3])، آب پنیر اسیدی (AWP[4]) و آب پنیر حاصل از تخمیر شیرپس چرخ (FWP[5])، جهت استاندارد سازی محتوای پروتئینی شیر پس چرخ استفاده نمودند و مشاهده کردند که افزایش AWP و FWP موجب کاهش ولی افزایش مقدار SMP و SWP منجر به افزایش نقطه انجماد گردید. همچنین شیر پس چرخ استاندارد شده با SWP یا SMP تا بیش از ٢/٤ درصد پروتئین یا AWP به بیش از ٢/٨ درصد پروتئین از نظر خواص حسی قابل تشخیص از شیر پس چرخ نبوده است. اما شیر استاندارد شده با FWP یا FWP به همراه SMP طعم نامطلوبی داشته است. شرستا و همکاران (۲۰۰۸) از پرمیات شیر برای کاهش میزان پروتئین پودر شیر پس چرخ استفاده نموده اند و دریافتند که افزایش سطح پرمیات باعث افزایش چسبندگی پودر می شود بگونه ای که پودر به دیواره های خشک کن می چسبد. افزایش سطح پرمیات تاثیر معنی داری بر دانسیته توده ای نداشت ولی منجر به کاهش اندازه ذره و ظهور رنگ سبز و زرد در محصول نهایی شد. دمای گذار شیشه ای، فعالیت آب و رطوبت را نیز کاهش داد. العید و همکاران (۱۹۹۹) از پرمیات تخمیر شده و تخمیر نشده در فرمولاسیون نان استفاده کردند و مشاهده کردند که بسیاری از خصوصیات نان از قبیل میزان جذب آب، دمای ژلاتیناسیون، رنگ و حجم قرص نان تغییر کرد.

دوغ فرآورده تخمیری شیر با خاستگاه ایرانی است که اساساً از رقیق سازی ماست بدست می آید. pH دوغ باید کمتر از ٤/٥، ماده خشک بدون چربی آن بیشتر از ٣/٢ درصد وزنی/وزنی و مقدار نمک باید بین ٠/٢ تا ١ درصد باشد (استاندارد ملی ایران شماره ٢٤٥٣). کیفیت دوغ طی نگهداری به دلیل افزایش اسیدیته و جداسازی سرم کاهش می یابد (ککسوی و کیلیچ ۲۰۰۳). در واقع در این فراورده، به دلیل pH اسیدی پروتئین ها به نقطه ایزوالکتریک خود نزدیک شده و در نتیجه رسوب می کنند که این امر سبب ناپایداری و ایجاد حالت دو فازی، بعد از تولید و طی نگهداری می شود. در شرایط عادی، آب انداختن دوغ، ارزش غذایی آن را کم نمی کند ولی ظاهر طبیعی آن را نامطلوب می سازد (فروغی نیا و همکاران ١٣٨٦، آذری کیا و عباسی ۲۰۱۰، ککسوی و کیلیچ ۲۰۰٤).

هیدروکلوئیدها بطور گسترده‌ای در پایدارسازی محصولات تخمیری شیر بکار می‌روند (فروغی نیا و همکاران ١٣٨٦، آذری کیا و عباسی ۲۰۱۰، کیانی و

[1] Biological Oxygen Demand (BOD)
[2] Skim Milk Permeate (SMP)
[3] Sweet Whey Permeate (SWP)
[4] Acid Whey Permeate (AWP)
[5] Fermented Whey Permeate (FWP)

همکاران ۲۰۱۰، ترامپ و همکاران ۲۰۰٤، ککسوی و کیلیچ ۲۰۰٤، سیرب و همکاران ۱۹۹۸).

هیدروکلوئیدها با کازئین از طریق یون های کلسیم واکنش داده و با پایدارسازی یونی و فضایی از تجمع و رسوب پروتئین ها و در نتیجه دو فاز شدن نوشیدنی های اسیدی شیر جلوگیری می کنند. همچنین گزارش شده که هیدروکلوئیدها باعث افزایش ویسکوزیته و سفتی بافت می شوند (ککسوی و کیلیچ ۲۰۰٤). از هیدروکلوئیدهای متنوعی بدین منظور استفاده شده است از قبیل پکتین با درجه متوکسیل بالا (آتامر و همکاران ۱۹۹۹، لوسی و همکاران ۱۹۹۹)، ژلان (کیانی و همکاران ۲۰۱۰)، ژلاتین (لدوارد ۲۰۰۰، ماورکوت و همکاران ۲۰۰۱)، کتیرا، ثعلب و گوار (فروغی نیا و همکاران ۱۳۸٦). قوام مناسب و بافت همگن برای احساس دهانی خوب و بدون جدا شدن سرم خصوصیات مطلوب برای نوشیدنی های تخمیری شیر می باشند (ککسوی و کیلیچ ۲۰۰٤).

ککسوی و کیلیچ (۲۰۰٤) تاثیر غلظت های مختلف صمغ-های پکتین با درجه متوکسیل بالا، ژلاتین، گوار و دانه ی خرنوب بر خواص حسی، رئولوژیکی و جداسازی سرم طی ۱۵ روز نگهداری دوغ در ٤ درجه سانتی‌گراد را مطالعه نموده اند و دریافته اند که صمغ گوار بیشترین ویسکوزیته ظاهری و شاخص قوام را ایجاد نمود و باعث پایداری در دوغ گردید، ولی احساس دهانی نامطلوب روغنی در دوغ ایجاد کرد. پکتین و ژلاتین در سطح ۰/۲۵ درصد تاثیری بر پایداری دوغ نداشت اما افزایش غلظت آن به ۰/۵درصد موجب پایداری دوغ گردید. استفاده از پکتین طعم نامطلوب در دوغ ایجاد نمود. صمغ دانه ی خرنوب با غلظت ۰/۱ درصد از دوفاز شدن دوغ جلوگیری کرده و باعث افزایش ویسکوزیته ظاهری شد، بدون آنکه طعم و بوی دوغ را تحت تاثیر قرار دهد.

فروغی نیا و همکاران (۱۳۸٦) تاثیر افزودن تکی و ترکیبی صمغ های کتیرا، ثعلب و گوار را بر پایداری دوغ بررسی نمودند. تاثیر صمغ کتیرا بر پایداری دوغ بیش از دو صمغ دیگر بود. همچنین در حالت ترکیبی نیز ترکیب هایی که حاوی کتیرا بودند بیشترین تاثیر را داشتند. این محققان گزارش نمودند که افزودن صمغ باعث تغییر رفتار نیوتنی به شبه پلاستیک در دوغ می گردد. کیانی و همکاران (۲۰۱۰) تاثیر استفاده از ژلان به تنهایی و ترکیب با پکتین بر پایدارسازی و ساختار دوغ را مطالعه نمودند. نتایج آنها نشان داد که نمونه های حاوی پکتین تا ۱۰ روز پایدار بوده ولی پس از ۱۵ روز جداسازی سرم به وضوح رخ داد. برعکس در نمونه های حاوی ژلان به تنهایی یا همراه با پکتین سریعاً دوفاز شدن پدیدار شد اما در طول نگهداری جداسازی کمتری رخ داد. آنها ادعا کردند که سینرزیس توسط شبکه ژل رخ داده است. نتایج این مطالعه نشان داد که پایدار سازی دوغ با ۰/۰۵ درصد ژلان به همراه ۰/۲۵ درصد پکتین تاثیری بر خواص حسی نداشت و منجر به کاهش ۱۰ درصدی در حجم سرم شد.

آذری کیا و عباسی (۲۰۱۰) مکانیسم پایدارسازی دوغ توسط صمغ کتیرا (بخش محلول و نامحلول) را مطالعه کرده اند. در این مطالعه بخش محلول صمغ کتیرا و نامحلول آن به ترتیب در غلظت های ۰/۱ و ۰/۲ درصد مانع جداسازی سرم شدند. نمونه های حاوی بخش محلول رفتار ویسکوز و نمونه های حاوی بخش نامحلول رفتار الاستیک نشان دادند. همچنین در این مطالعه گزارش شده است که صمغ کتیرا منجر به تغییر پتانسیل زتا از مثبت به منفی می شود.

صمغ زدو صمغی شفاف است که از درختان بادام کوهی (نام علمی: *Amygdalus scoparia*) تراوش می کند. درختان بادام کوهی بومی ایران محسوب می شوند و اغلب در استان های مرکزی می رویند. این صمغ در استان فارس به وفور بدست می آید و به نام های فارسی و شیرازی نیز معروف است. انواع صمغ زدو در رنگهای سفید، زرد وقرمز وجود دارد. خواص آن شبیه صمغ عربی است (قاسم پور و همکاران ۱۳۸۹)

و گاه آن را به اشتباه صمغ عربی می نامند. این صمغ در کاغذسازی، چسب سازی، پزشکی سنتی، نساجی وصنایع غذایی کاربرد دارد (فدوی و همکاران ۱۳۹۱). با این حال بطور تجاری در تولیدات غذایی کاربرد ندارد و فقط در سطح آزمایشگاهی در تولید برخی محصولات مانند ماست و مخلوط شیر – آب پرتقال مورد استفاده قرار گرفته است (محمدی و همکاران ۱۳۸۹). قاسم پور و همکاران (۱۳۸۹) زنده مانی پروبیوتیک ها در ماست حاوی صمغ زدو را مطالعه نمودند. در این مطالعه صمغ زدو تاثیر معنی دار بر زنده مانی پروبیوتیک ها و مقدار استالدئید نداشت ولی ویسکوزیته و سینرزیس تحت تاثیر صمغ زدو بهبود یافت. فدوی و همکاران (۱۳۹۱) ترکیبات، وزن مولکولی، ویژگی های رئولوژیکی و حرارتی سه نوع صمغ زدو را مطالعه نمودند.

هدف از این مطالعه بررسی تاثیر جایگزینی آب با پرمیات حاصل از تغلیظ شیر به روش اولترافیلتراسیون و صمغ زدو بر خواص کیفی و رئولوژیکی دوغ می-باشد.

مواد و روش‌ها

مواد

-شیر خام کامل و پرمیات از کارخانه پگاه ارومیه تهیه گردید. مشخصات شیر کامل و پرمیات در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات شیر خام و پرمیات

نمونه	چربی (٪)	پروتئین (٪)	دانسیته	اسیدیته (°D)	pH	ماده خشک(٪)	بریکس
شیر	۳/۲	۳	۱/۰۲۹	۱۴/۵	۶/۶۹	۱۲/۶۹	–
پرمیات	۰	۰/۲	۱/۰۲۲	۷	۶/۵	۵/۲	۵

-صمغ زدو از عطاری های ارومیه خریداری شد.

روش‌ها

آنالیز آماری

در این تحقیق از روش سطح پاسخ[6] و از طرح مرکب مرکز وجه[7] استفاده شد. متغیرهای مستقل شامل غلظت صمغ زدو، پرمیات و زمان نگهداری در سه سطح بودند. سطوح متغیرها و نمایش طراحی آزمون ها در جدول ۲ آمده است. تعداد نمونه های آزمایشی ۲۰ عدد بود که در این میان ٦ آزمون تکرار در نقطه مرکزی بود که از این نقاط برای تعیین خطای آزمایش استفاده شد. داده ها توسط نرم افزار SAS.9.2 مدلسازی شد و شکل های سه بعدی این طرح (منحنی های سطح پاسخ) جهت بررسی رابطه میان پاسخ و متغیرهای مستقل رسم شد. آنالیز رگرسیون با مدل درجه دوم زیر انجام گرفت:

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i x_i + \sum \beta_{ii} x_i^2 + \sum \beta_{ij} x_i x_j$$

که Y پاسخ پیش بینی شده، β_0 ضریب ثابت، β_i اثر خطی، β_{ii} اثر مربعات و β_{ij} اثر متقابل می باشند.

روش آماده سازی زدو

صمغ زدو با آسیاب برقی (ناسیونال ساخت ایران) آسیاب شد و سپس جهت بدست آوردن ذرات با اندازه یکنواخت از الک با مش ١٦ و قطر ١/٢ میلیمتر عبور داده شد.

تهیه ماست

پرمیات به مقدار لازم طبق جدول ۲، به شیر اضافه گردید. مخلوط شیر و پرمیات در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد بمدت ۱۵ دقیقه پاستوریزه و تا دمای ٤٣ °C سرد شد. سپس استارتر ماست (کشت *مخلوط استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس*، شرکت *DSM Food Specialties*، استرالیا) بر اساس توصیه شرکت

[6] Response Surface Methodology (RSM)
[7] Face Centered Design (FCD)

سازنده آن اضافه گردید ودر گرمخانه با دمای ۴۳ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا pH به ۰/۱ ± ۴/۵ برسد. سپس نمونه ها سرد و در یخچال نگهداری شدند.

جدول ۲- تیمارهای اجرای آزمایش طبق طرح RSM

Run	صمغ زدو (درصد)	پرمیات (درصد)	زمان نگهداری (روز)
۱	۰	۰	۰
۲	۰	۰	۳۰
۳	۰	۵۰	۰
٤	۰	۵۰	۳۰
۵	۰/٤	۰	۰
٦	۰/٤	۰	۳۰
۷	۰/٤	۵۰	۰
۸	۰/٤	۵۰	۳۰
۹	۰	۲۵	۱۵
۱۰	۰/٤	۲۵	۱۵
۱۱	۰/۲	۰	۱۵
۱۲	۰/۲	۵۰	۱۵
۱۳	۰/۲	۲۵	۰
۱٤	۰/۲	۲۵	۳۰
۱۵	۰/۲	۲۵	۱۵
۱٦	۰/۲	۲۵	۱۵
۱۷	۰/۲	۲۵	۱۵
۱۸	۰/۲	۲۵	۱۵
۱۹	۰/۲	۲۵	۱۵
۲۰	۰/۲	۲۵	۱۵

تهیه مخلوط آب نمک و صمغ زدو

آب حاوی ۰/۸٪ نمک به مدت ۱۰ دقیقه جوشانده شد. سپس صمغ زدو طبق جدول ۲ به آب نمک اضافه گردید. مخلوط بر روی هیتر دارای همزن مغناطیسی حرارت داده شد تا کاملا حل شود. سپس در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد بمدت ۱۰ دقیقه پاستوریزه گردید. مخلوط تا دمای اتاق سرد شد و به منظور آبگیری کامل یک شب در یخچال (٤ درجه سانتی‌گراد) نگهداری گردید (آذری کیا و عباسی ۲۰۱۰).

تهیه دوغ

مخلوط آب نمک و صمغ در حال هم زدن به آرامی به نمونه های ماست اضافه گردید و مدت یک دقیقه همزده شد تا هموژن و یکنواخت گردد. سپس در بطری های استریل پر گردید ودر یخچال (٤ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد.

جداسازی سرم

نمونه های دوغ در بطری های ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. برای محاسبه مقدار جداسازی سرم، حجم فاز شفاف فوقانی قرائت و بر حجم کل تقسیم و بصورت درصد بیان شد (ککسوی و کیلیچ ۲۰۰٤، آذری کیا و عباسی ۲۰۱۰).

ویسکوزیته ظاهری

ویسکوزیته ظاهری نمونه ها با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (DV-II+Pro, No.M/03-165-b0707) اندازه گیری شد. بدین منظور مقدار ۲۵۰ میلی‌لیتری نمونه و اسپندل شماره ٦۱ بکار رفت. ویسکوزیته ظاهری تمام نمونه ها در دمای۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد و در سرعت های متفاوت rpm ۱، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ٤۰، ٤۵ و ۵۰ اندازه گیری شد.

آزمایشات شیمیایی

اسیدیته نمونه های دوغ از طریق تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال، pH با استفاده از pH متر دیجیتالی کالیبره شده با بافر تجاری٤ =pH و۷ =pH اندازه گیری شد. رطوبت از طریق خشک کردن در آون ۳± ۱۰۱ درجه سانتی‌گراد و دانسیته با استفاده از پیکنومتر تعیین شد (استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲).

رنگ

ارزیابی رنگ نمونه‌های دوغ با تعیین فاکتورهای رنگ-سنجی شامل*L (نشان دهنده طیف سیاه تا سفید)، *a نشان دهنده طیف رنگی سبز تا قرمز)و *b (نشان دهنده طیف رنگی آبی تا زرد) با استفاده از روش رنگ سنجی دیجیتالی با دوربین المپیوس ۱۲ مگاپیکسل و نرم افزار image J انجام شد. عکس برداری از نمونه‌ها در داخل

جعبه‌ای به ابعاد ۵۰×۵۰×۵۰ سانتی‌متری با زمینه‌ای به رنگ سفید انجام گرفت (زمردی ۱۳۹۱).

ارزیابی حسی

نمونه ها از نظر طعم و قوام بر اساس روش هدونیک ۵ نقطه ای (۵: مطلوب ترین و ۱: نامطلوب ترین) توسط ۱۰ نفر ارزیاب آشنا با محصول نمره دهی شدند (کیانی و همکاران ۲۰۱۰).

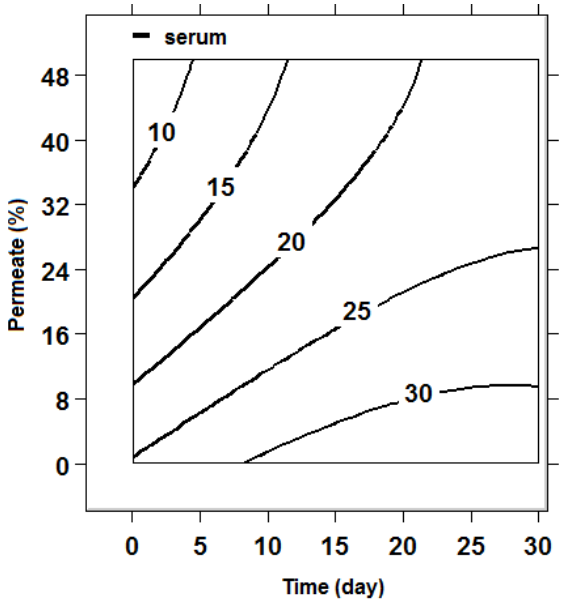
بحث و نتایج

جداسازی سرم

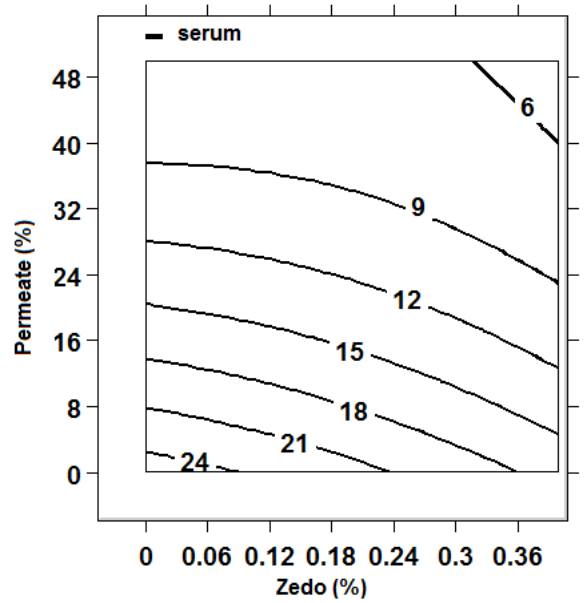
با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳)، تاثیر مقدار صمغ، پرمیات و زمان نگهداری بر جداسازی سرم معنی‌دار بود ($P<0.05$). در شکل‌های ۱ و ۲ به ترتیب تاثیر زدو و پرمیات و **اثر متقابل پرمیات و زمان نگهداری بر میزان سرم** نشان داده شده است. همانطوریکه از شکل‌ها مشخص است میزان سرم با افزایش صمغ زدو و پرمیات کاهش و با افزایش زمان نگهداری افزایش یافت.

احتمالاً هیدروکلوئید اضافه شده، به ویژه در غلظتهای بالا یک شبکه هیدروکلوئیدی در سراسر دوغ پدید می-آورد که آب و کازئین ها در این شبکه، به دام افتاده و در نتیجه، از جداسازی سرمی جلوگیری می شود (سیرب و همکاران، ۱۹۹۸). به نقش هیدروکلوئیدها در پایدارسازی دوغ به دلایل افزایش گرانروی، واکنش با کازئین و جذب آب در مطالعات پیشین نیز اشاره شده است (آذری کیا و عباسی ۲۰۱۰، کیانی و همکاران ۲۰۱۰). قاسم پور و همکاران (۱۳۸۹) نیز در مطالعه تاثیر زدو در کاهش سینرزیس ماست به نتایج مشابهی دست یافتند.

چون در اثر افزایش ماده خشک سینرزیس کاهش می‌یابد (عزیزنیا و همکاران ۲۰۰۸)، لذا دلیل کاهش سینریس در اثر افزودن پرمیات می‌تواند در اثر افزایش ماده خشک دوغ باشد. همچنین احتمالاً یکی از دلایل کاهش پایداری در طول نگهداری، در اثر وجود بنیان های آزاد، امکان تشکیل کمپلکس پروتئین و صمغ در دماهای پایین باشد. زیرا در درجه حرارت های پایین، واکنش بین بیوپلیمرها بیشتر اتفاق می افتد و انرژی پیوند آسان تر تخلیه می شود (عباسی و دیکینسون ۲۰۰۴).



شکل ۱- تاثیر صمغ زدو و پرمیات بر میزان جداسازی سرم



شکل ۲- اثر متقابل پرمیات و زمان نگهداری بر مقدار سرم

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس میانگین ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و رئولوژیکی دوغ

منبع تغییرات	درجه آزادی	جداسازی سرم	ویسکوزیته ظاهری	اسیدیته	pH	رطوبت	دانسیته
Z	۱	۳۱/۶۰۳۹۴۶*	۶۷۵۴/۸۰۱*	۰/۰۰۷۷۱*	۰/۰۰۰۸۱	۰/۹۰۸۵*	۹/۶۳۹E-۷
P	۱	۳۳۳/۸۲۷*	۳۳۷۹/۱۳۶*	۰/۰۲۶۱۵۲*	۰/۰۰۶۷*	۱/۹۰۰۵*	۰/۰۰۰۰۲*
T	۱	۴۴۴/۴۴۴۴*	۲۱/۶۰۹	۰/۰۱۴۳۰۵*	۰/۰۵۱۸*	۰/۰۶۶۵۱	۱/۷۹۴E-۶
Z*Z	۱	۱/۱۸۵۴۶۶	۲۶۲/۸۸۶۴	۰/۰۰۰۷۱۱	۰/۰۰۲۰۵	۰/۰۵۹۶۱	۲/۹۸۹E-۷
Z*P	۱	۳۰/۲۴۶۹۱*	۸۲۶/۲۱۱۲*	۹/۳۷۸E-۶	۰/۰۰۰۳۱	۰/۱۱۹۱۶	۲/۱۱۲E-۷
Z*T	۱	۲/۴۶۹۱۳۶	۹/۹۰۱۲۵	۰/۰۰۰۰۴۱	۰/۰۰۰۱۱	۰/۰۱۰۴۲	۱/۶۷۹E-۷
P*P	۱	۱۹/۷۰۳۹۸	۷۵۵/۳۰۲*	۰/۰۰۰۰۱۷	۰/۰۰۰۸۶	۰/۰۱۴۰۱	۱/۵۱۷E-۶
P*T	۱	۳۰/۲۴۶۹۱*	۲/۵۳۱۲۵	۰/۰۰۰۰۶۲	۰/۰۰۲۱۱	۰/۰۰۱۱۳	۸/۲۹۶E-۷
T*T	۱	۲۲/۷۹۰۴*	۹/۶۹۱۴۲	۰/۰۰۰۸۱۳	۰/۰۳۱۹*	۰/۳۴۹۷*	۶/۰۶۴E-۶
Lack of fit	۵	۰/۶۶۸۵۳۷	۰/۰۹۲۷۷۹	۰/۱۰۲۰۶۳	۰/۳۶۱۰۴۵	۰/۹۱۳۴۹	۰/۱۸۸۱۲
R-square	-	۹۵/۷۷	۹۳/۸۹	۸۱/۹۵	۸۸/۰۹	۸۵/۸۶	۶۴/۰۵
Adjusted R-square	-	۹۱/۹۷	۸۸/۳۹	۶۵/۷۰	۷۷/۳۷	۷۳/۱۳	۳۱/۷۰

*در سطح ۵٪ معنی دار می باشد. P : پرمیات، Z: صمغ زدو و T: زمان نگهداری

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس میانگین ویژگی‌های حسی و اندیس های رنگ دوغ

منبع تغییرات	درجه آزادی	L*	a*	b*	طعم	قوام
Z	۱	۰/۰۳۳۲۹۳	۱/۱۴۳۱۱۶	۱/۶۹۸۲۶۴*	۰/۱۶۹	۰/۰۴۹
P	۱	۰/۱۱۲۳۶	۱/۳۰۳۹۳۲	۵/۹۴۴۴۱*	۰/۰۲۸۴۴۴	۰/۱۳۶۱۱۱
T	۱	۲/۱۹۴۹۹۲۳*	۵/۸۳۶۹۶*	۰/۶۹۵۳۷۷	۰/۰۴۰۱۱۱	۱/۲۳۸۳۷*
Z*Z	۱	۰/۲۳۵۶۴۵	۰/۱۲۳۸۰۸	۰/۱۱۲۲۶۲	۱/۰۴۲۲۶۱*	۰/۰۵۳۳۲۶
Z*P	۱	۲/۶۰۰۳۴*	۲/۰۱۳۰۲۱*	۰/۶۱۵۴۹۵	۰/۱۸	۰/۰۰۶۸۰۶
Z*T	۱	۰/۲۴۱۸۶	۰/۰۳۳۶۷	۰/۰۰۰۴۰۶	۰/۰۸	۰/۵۱۶۸۰۶*
P*P	۱	۰/۱۸۸۴۴۴	۲/۵۵۱۲۲۸*	۰/۰۹۶۷۲۷	۰/۱۱۴۸۵	۰/۲۵۳۷۴۶
P*T	۱	۰/۲۶۷۵۴۶	۰/۰۴۷۲۷۸	۰/۰۳۳۱۵۳	۰/۴۳۵۵۵۶*	۰/۰۸۶۸۰۶
T*T	۱	۰/۰۳۴۰۴۹	۰/۲۶۱۴۱۵	۰/۴۹۶۶۱۳	۱/۴۷۸۹۰۶*	۰/۳۲۷۰۷۶
Lack of fit	۵	۰/۹۳۴۸۰۹	۰/۴۳۹۷۷۷	۰/۰۲۹۲۴۱	۰/۵۹۰۴۱۷	۰/۸۶۲۴۸۸
R-square	-	۷۶/۸۰	۸۲/۷۲	۷۷/۰۳	۸۷/۱۱	۷۹/۷۴
Adjusted R-square	-	۵۵/۹۱	۶۷/۱۸	۵۶/۳۵	۷۰/۵۳	۵۳/۶۹

*در سطح ۵٪ معنی دار می باشد. P : پرمیات، Z: صمغ زدو و T: زمان نگهداری

با توجه به جدول آنالیز واریانس ، مقادیر ضریب تبیین و ضریب تبیین اصلاح شده جداسازی سرم بالا می‌باشد و میزان عدم برازش مدل نهایی نیز غیرمعنی دار است. لذا این ویژگی قادر است بطور رضایت بخشی تغییرات ویژگیهای مورد آزمون را توجیه کند. مدل پیش بینی شده زیر، برای پایداری در دوغ بر اساس پردازش داده ها بدست آمده است.

معادله [۱]

$$Serum= 25.51515- 14.82323*Z – 0.600808*P + 0.661616*T – 16.41414*Z^2 + 0.388889*Z*P +$$

$0.185185*Z*T + 0.004283*P^2 + 0.005185*P*T – 0.012795*T^2$

که Z صمغ زدو، P پرمیات و T زمان نگهداری می‌باشد.

ویسکوزیته ظاهری

ویسکوزیته مقاومت ماده در مقابل جریان می باشد. ویسکوزیته مواد بستگی زیادی به مقدار رطوبت ، غلظت و ترکیبات آنها دارد (رضوی و اکبری ۱۳۸۵). نتایج بدست آمده در این مطالعه نشان داد که تاثیر پرمیات و صمغ زدو، تاثیر متقابل پرمیات و صمغ و تاثیر مربعی پرمیات بر ویسکوزیته معنی دار است ($p<0.05$). شکل ۳ اثر صمغ زدو و پرمیات را بر ویسکوزیته نشان می دهد. هردو عامل باعث افزایش ویسکوزیته شده اند. اثر هیدروکلوئیدها بر افزایش ویسکوزیته در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (کیانی و همکاران ۲۰۱۰، ککسوی و کیلیچ ۲۰۰٤).

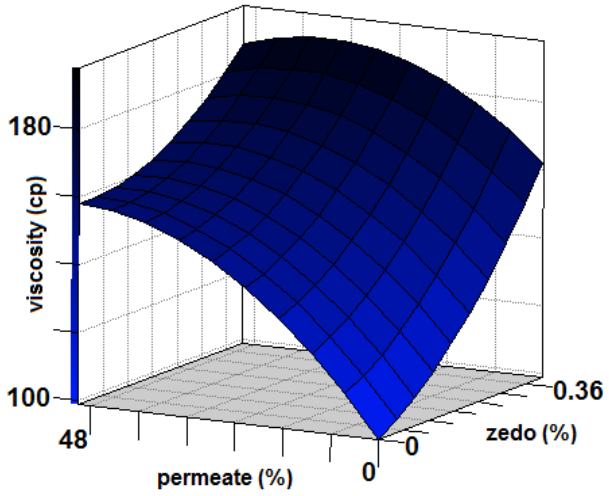
تأثیر صمغ زدو را می توان به واکنش با اجزا شیر مانند پروتئینها و در نتیجه افزایش مقدار هیدراسیون نسبت داد (قاسم پور و همکاران ۱۳۸۹).

پرمیات نیز با افزایش ماده خشک دوغ سبب افزایش ویسکوزیته شده است. آنالیز داده های آزمایشی نشان داد که مقدار ویسکوزیته ظاهری در نمونه ها را می توان با معادله زیر توصیف کرد:

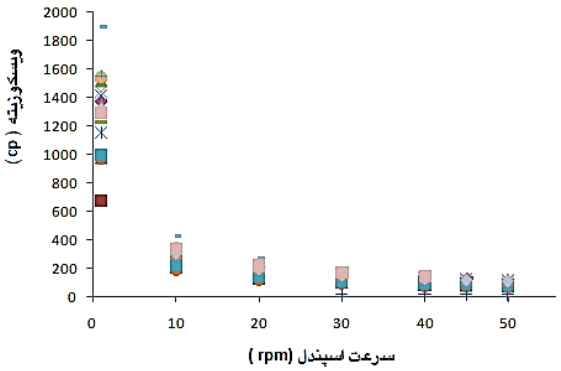
معادله [۲]:

$Viscosity= 100.3734 + 88.55227*Z + 2.532418*P – 0.236636*T + 244.4318*Z^2 – 2.0325*Z*P – 0.370833*Z*T – 0.026516*P^2 – 0.0015*P*T + 0.008343* T^2$

همچنین بررسی تغییرات ویسکوزیته با افزایش سرعت اسپندل (از ۱ تا ۵۰ rpm) نشان داد که ویسکوزیته با افزایش سرعت اسپندل در تمام نمونه ها کاهش می یابد که نشان دهنده رفتار غیر نیوتنی است (شکل ٤). نقش افزودن هیدروکلوئیدها در تغییر رفتار جریان دوغ در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (آذری کیا و عباسی ۲۰۱۰، ککسوی و کیلیچ ۲۰۰٤، جانهوج و همکاران ۲۰۰۸). کاهش ویسکوزیته با افزایش سرعت برشی می تواند نشان دهنده رفتار شبه پلاستیک باشد. ککسوی و کیلیچ (۲۰۰٤) نیز در مطالعه خود بر تاثیر هیدروکلوئیدها بر خواص رئولوژیکی دوغ رفتار شبه پلاستیک را گزارش نموده اند. علت رفتار شبه پلاستیک در محلول هایی که پایدارکننده افزوده شده است جهت یافتن ذرات و کاهش درهم بافتگی می باشد (فاکس و همکاران ۱۹۹۳).



شکل۳- اثر صمغ زدو و پرمیات بر ویسکوزیته ظاهری.



شکل ۴- تغییرات ویسکوزیته در نمونه‌های دوغ با افزایش سرعت اسپندل

اسیدیته و pH

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر زمان نگهداری، صمغ و پرمیات بر اسیدیته معنی دار می باشد ($p<0.05$). هرسه فاکتور منجر به افزایش اسیدیته شده

اند. افزایش اسیدیته در اثر افزایش سطح پرمیات را می توان به وجود لاکتوز و تخمیرآن توسط استارتر ماست نسبت داد. کیلاساپاتی (۲۰۰۶) گزارش نموده که در طی نگهداری *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* حتی در دمای یخچال هم فعال هستند و با تخمیز لاکتوز، اسید لاکتیک تولید می کنند در نتیجه اسیدیته افزایش و pH کاهش می یابد. تاثیر پرمیات بر کاهش pH نیز معنی دار است ($p<0.05$).

اسیدیته نمونه ها با افزایش صمغ زدو بطور معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$). ولی pH تغییرات معنی داری نداشت ($p>0.05$). در مطالعات پیشین این تاثیر به ظرفیت بافری صمغ زدو، در اثر افزایش ماده خشک و خاصیت آمفوتری پروتئین ها نسبت داده شده است (قاسم پور و همکاران ۱۳۸۹). بیشترین مقدار اسیدیته (۰/۶۱ درصد) پس از ۳۰ روز نگهداری مربوط به نمونه حاوی بالاترین مقدار صمغ و پرمیات می باشد.

رطوبت ودانسیته

پرمیات تاثیر معنی داری بر مقدار رطوبت و دانسیته داشت اما صمغ فقط تاثیر معنی دار ($p<0.05$) بر کاهش درصد رطوبت داشت (جدول ۳). شکل ۵ تاثیر پرمیات و صمغ زدو را بر مقدار رطوبت نشان می دهد.

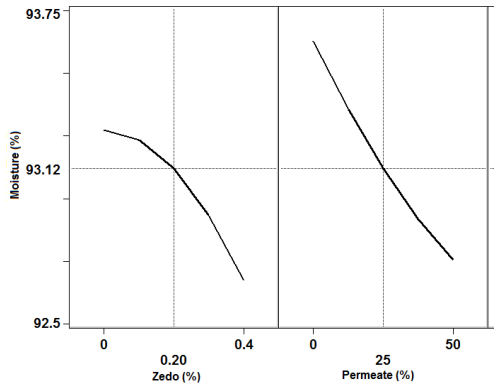
صمغ زدو به دلیل جذب آب باعث کاهش رطوبت شده است.

با افزایش سطح پرمیات ماده خشک کل افزایش، در نتیجه رطوبت کاهش و دانسیته افزایش یافته است. به هر حال به دلیل پایین بودن ضریب تبیین و ضریب اصلاح شده مدل پیش گویی مناسبی برای دانسیته بدست نیامد.

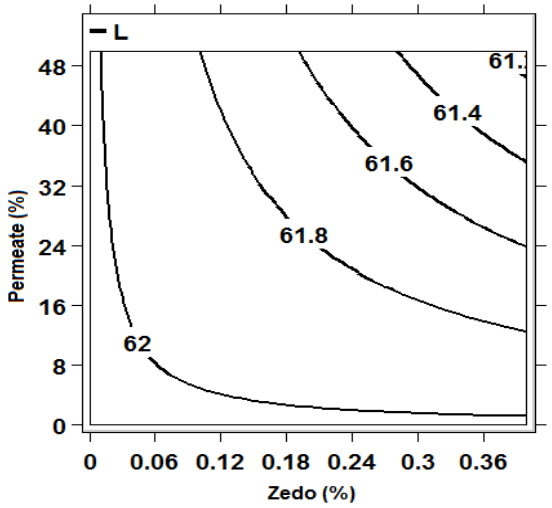
رنگ

مقادیر L* نشان دهنده روشنایی و طیف سیاه تا سفید در محدوده صفر تا ۱۰۰، a* طیف سبز تا قرمز و b* آبی تا زرد در محدوده ۶۰- تا ۶۰+ می باشند. تاثیر زمان و اثر متقابل پرمیات و صمغ زدو بر شاخص L* معنی دار بوده است ($p<0.05$). شکل ٦ اثر متقابل پرمیات و صمغ زدو را بر اندیس L* نشان می دهد.

با گذشت زمان شاخص L* افزایش یافته و نمونه‌ها روشن تر شده اند. مقدار کل پرتوهای برگشت داده شده با شاخص L* مشخص می شود. افزایش در مقدار نورهای برگشتی باعث افزایش در سفیدی نمونه ها خواهد شد (اسمیدی و همکارن، ۲۰۰٦). احتمالاً با گذشت زمان و در اثر فعل و انفعالاتی که طی تخمیر رخ داده و ذرات کوچک مولکول تشکیل شده اند و میزان انعکاس نور بیشتر و سفیدی نمونه ها افزایش یافته است.



شکل ۵- تاثیر غلظت های متفاوت پرمیات و صمغ زدو بر مقدار رطوبت

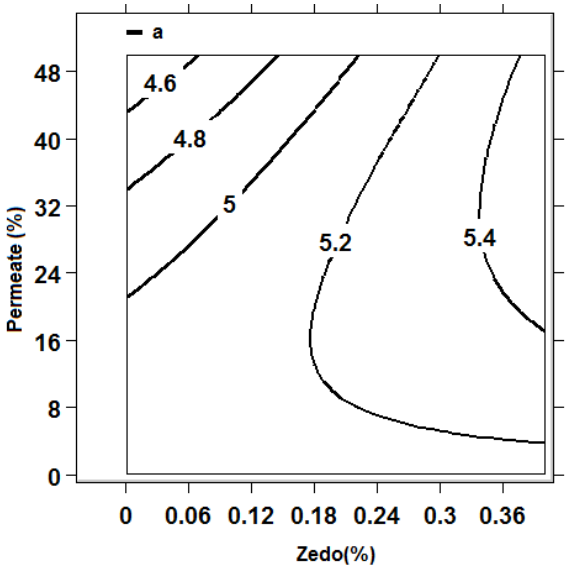


شکل ۶ – تغییرات اندیس L* تحت تاثیر پرمیات و صمغ زدو

احتمالاً با افزایش غلظت پرمیات و در نتیجه افزایش اسیدیته و رسوب پروتئین ها و امکان تشکیل کمپلکس پروتئین و صمغ در دماهای پایین (عباسی و همکاران ۲۰۰٤) مانع انعکاس نور شده است. در نتیجه اثر متقابل این دو فاکتور باعث کاهش سفیدی گردیده است.

اثر زمان نگهداری، اثر متقابل صمغ زدو و پرمیات و اثر مربعی پرمیات بر شاخص a* معنی دار است ($p<0.05$). با گذشت زمان شاخص a* کاهش یافته است. با توجه به شکل ۷ در غلظت های پایین صمغ زدو، افزایش پرمیات منجر به کاهش a* (قرمزی) شده است. بدلیل حضور ویتامین B که قادر است از غشاهای اولترافیلتراسیون عبور نماید، رنگ پرمیات سبز مایل به زرد می باشد. بنابراین در غلظت های پایین صمغ زدو باعث کاهش a* یا به عبارتی افزایش طیف سبز شده است. ولی در غلظت‌های بالای صمغ زدو، رنگ زرد صمغ زدو غالب تر بوده و باعث افزایش a* شده است.

شاخص b* (زردی) هم بطور معنی داری ($p<0.05$) با افزایش صمغ زدو و پرمیات زیاد شده است. همانگونه که اشاره شد پرمیات احتمالاً بدلیل رنگ سبز مایل به زرد و صمغ زدو نیز بدلیل اینکه از نوع زرد بوده، منجر به افزایش b* شده‌اند.

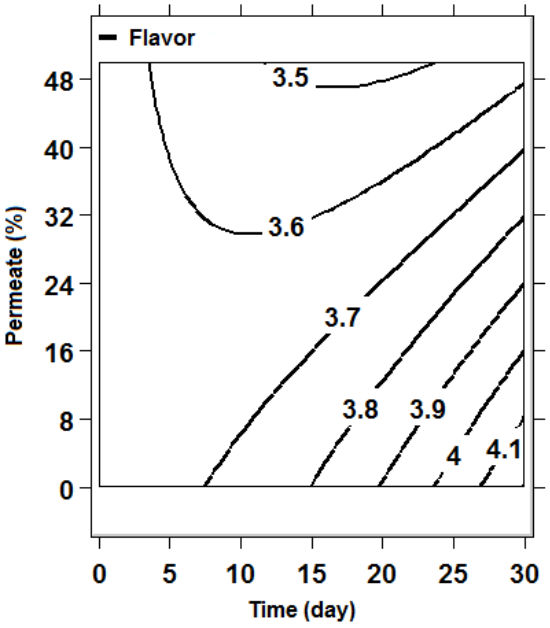


شکل ۷ – اثر متقابل پرمیات و صمغ زدو بر اندیس a*

شرستا وهمکاران (۲۰۰۸) نیز ظهور رنگ سبز و زرد در اثر استفاده از پرمیات در پودر شیر پس چرخ را گزارش کردند.

ارزیابی حسی

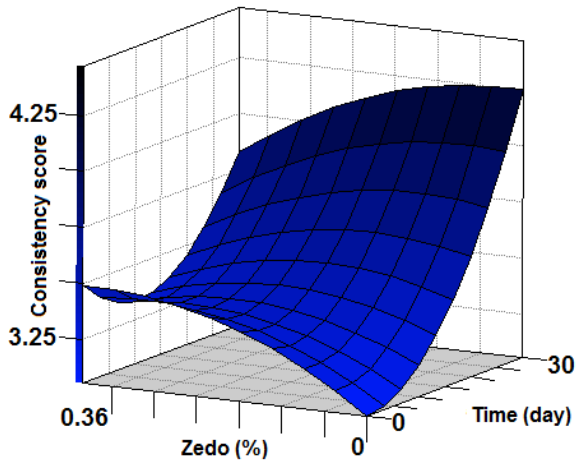
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های ارزیابی حسی (جدول ٤) نشان داد که تاثیر متقابل پرمیات و زمان نگهداری و تاثیر مربعی صمغ زدو و زمان نگهداری بر ارزیابی طعم معنی دار بوده است ($p<0.05$). با افزایش غلظت صمغ زدو و پرمیات مقبولیت نمونه ها کاهش یافت. کمترین امتیاز طعم (۲/٦) مربوط به نمونه‌ی حاوی ۰/٤ درصد صمغ زدو (بالاترین سطح مورد مطالعه) و ۲۵ درصد پرمیات است و پس از آن امتیاز ۲/۸ نیز مربوط به نمونه ی دارای ۰/٤ درصد صمغ زدو و ۵۰ درصد پرمیات است. شکل ۸ تاثیر متقابل پرمیات و زمان نگهداری را بر طعم نمونه ها نشان می دهد. با توجه به شکل ۸ در روزهای اول افزایش سطح پرمیات تاثیری بر طعم نداشته است. ولی در روزهای آخر (روز ۳۰) با افزایش پرمیات امتیاز طعم کاهش یافته است.



شکل ۸– تاثیر متقابل پرمیات و زمان نگهداری بر امتیاز طعم

در واقع افزایش سطح اسیدیته در روزهای نهایی باعث شده است که نمونه های حاوی نسبت بالایی پرمیات امتیاز طعمی کمتری کسب نمایند.

همچنین میزان پرمیات و صمغ بر قوام تاثیر معنی‌دار نداشت ($p>0.05$). فقط تاثیر زمان نگهداری و اثرمتقابل صمغ زدو و زمان نگهداری معنی دار بوده است (جدول ٤). زمانیکه ارزیاب ها نمونه های نگهداری شده به مدت ۳۰ روز را ارزیابی نمودند ادعا کردند که نمونه ها دارای قوام بیشتر می باشد که احتمالا به دلیل هیدراسیون بیشتر صمغ زدو بوده است. شکل ۹ تاثیر زمان نگهداری و صمغ زدو را بر قوام نمونه ها نشان می دهد.



شکل ۹- تاثیر زمان نگهداری و صمغ زدو بر امتیاز قوام.

بهینه سازی

از آنجایی‌که مهمترین معایب بافتی در دوغ ویسکوزیته کم و جداسازی سرم طی نگهداری است و دوغ بایستی ویسکوزیته بالا جهت احساس دهانی مطلوب داشته باشد (ککسوی و کیلیچ ۲۰۰٤)، لذا مبنای بهینه سازی به حداکثر رساندن ویسکوزیته بدون تاثیرمنفی بر احساس دهانی و به حداکثر رساندن امتیازات طعم و قوام و شاخص L^* و به حداقل رساندن مقدار سرم است. برای بهینه سازی چند منظوره، توابع مطلوبیت RSM به کار برده شد. مقدار مطلوبیت کلی ۰/۷۳ بود. در شرایط بهینه مقدار پرمیات ۳۲/۵۵ درصد، میزان صمغ زدو ۰/۱۹ درصد و زمان نگهداری ۳۰ روز تعیین گردید. در این شرایط، ویسکوزیته ١٦٤/٨٥ سانتی پوآز، سرم ۲۳/۹٤ درصد، شاخص L^* ٦٢/١٩ و امتیازات طعم و قوام به ترتیب ٤/٣٣ و ٤/٦٣ از ٥ بود.

نتیجه گیری

با توجه به مدل های تجربی بدست آمده توسط سطح پاسخ ارتباط بین متغیرهای مورد مطالعه مناسب تشخیص داده شد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که غلظت های متفاوت صمغ زدو و پرمیات خصوصیات کیفی دوغ را تحت تاثیر قرار می دهد.

پرمیات با افزایش ماده خشک کل و صمغ زدو با جذب آب و اتصال با پروتئین‌ها، موجب افزایش پایداری و ویسکوزیته و کاهش درصد رطوبت نمونه های دوغ شدند. اسیدیته در اثر افزودن پرمیات و تخمیر لاکتوز موجود در آن افزایش و pH کاهش یافت. ولی pH با افزایش صمغ زدو تغییر معنی داری نکرد.

شاخص L^* با گذشت زمان افزایش یافت اما اثر متقابل صمغ زدو و پرمیات منجر به کاهش L^* گردید. به دلیل اینکه پرمیات دارای رنگ سبز مایل به زرد می باشد لذا موجب افزایش اندیس b^* و کاهش اندیس a^* گردید. صمغ زدو نیز موجب کاهش اندیس b^* شد. در غلظت-های پایین صمغ زدو، افزایش پرمیات اندیس a^* را کاهش داد ولی غلظت های بالای صمغ زدو تاثیر عکس داشت.

با توجه به نتایج ارزیابی حسی، در روزهای اول افزایش سطح پرمیات تاثیری بر طعم نداشت. ولی در روزهای پایانی با افزایش پرمیات امتیاز طعم کاهش یافت. همچنین در روزهای اول افزایش صمغ زدو تاثیری بر امتیاز قوام نداشت، ولی در روزهای پایانی با افزایش صمغ زدو امتیاز قوام افزایش یافت.

تشکر و قدردانی

نگارندگان این مقاله مراتب سپاس خود را از همکاری آزمایشگاه صنایع غذایی بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی به دلیل قرار دادن امکانات آزمایشگاهی اعلام می‌دارد.

منابع مورد استفاده

بی نام، ۱۳۸۵. استاندارد ملی ایران، شماره ۲۸۵۲. شیر و فرآورده های آن – تعیین اسیدیته و pH – روش آزمون. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

بی نام، ۱۳۸۷. استاندارد ملی ایران، شماره ۲٤٥۳. دوغ ساده – ویژگی ها و روش های آزمون. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

رضوی س. م و اکبری ر، ۱۳۸۵. خواص بیوفیزیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی، مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد.

زمردی ش، ۱۳۹۱. ویژگی های فیزیکی، شیمیایی، رئولوژیکی و حسی ماست میوه ای غنی شده با فیبر گندم. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۲۲، شماره ٤، صفحات ٤٤۳ تا ٤٥٤.

فدوی ق، محمدی‌فر م، زرگران ع و آزادنیا الف، ۱۳۹۱. بررسی ترکیبات، وزن ملکولی و ویژگیهای رئولوژیک و حرارتی صمغ زدو تراویده از درخت بادام کوهی (*Amygdalus Scoparia*). مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال هفتم، شماره ٥، صفحات ۳۷ تا ٤۱.

فروغی نیا س، عباسی س و حمیدی اصفهانی ز، ۱۳۸٦. تأثیر افزودن تکی و ترکیبی صمغ های کتیرا، ثعلب و گوار در پایدارسازی دوغ. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال دوم، شماره ۲، صفحات ۱٥ تا ۲٥.

قاسم‌پور ز، علیزاده م و رضازاد م، ۱۳۸۹. بهینه سازی تولید ماست پروبیوتیک حاوی صمغ زدو. مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی، جلد دوم، شماره سوم، صفحات ٥۷ تا ۷۰.

محمدی س، عباسی س و حمیدی ز، .۱۳۸۹. تأثیر برخی هیدروکلوئیدها بر پایداری فیزیکی، ویژگی های رئولوژیکی و حسی مخلوط شیر -آب پرتقال .مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران سال پنجم، شماره ٤، صفحات ۱ تا ٤.

Abbasi S and Dickinson E, 2004. Gelation of carrageenan and micellar casein mixtures under high hydrostatic pressure. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 52: 1705-1714.

Al-Eid SM, Al-Neshawy AA and Al-Shaikh Ahmad SS, 1999. Influence of Substituting Water with Ultrafiltered Milk Permeate on Dough Properties and Baking Quality of White Pan Bread. Journal of Cereal Science, 30: 79–82.

Atamer M, Gursel A, Tamucay B, Gencer N, Yıldırım G, Odabasi S, Karademir E, Senel E and Kırdar S, 1999. A study on the utilization of pectin in manufacture of long-life ayran. Gida, 24(2): 119–126.

Azarikia F and Abbasi S, 2010. On the stabilization mechanism of Doogh (Iranian yoghurt drink) by gum tragacanth. Food Hydrocolloids, 24: 358–363.

Aziznia S, Khosrowshahi A, Madadlou A and Rahimi J, 2008. Whey Protein Concentrate and Gum Tragacanth as Fat Replacers in Non-fat Yogurt: Chemical, Physical, and Microstructural Properties. Journal of Dairy Science, 91: 2545-2552.

Fox JE, Ingenpass P and Zachow S, 1993. Stabilizers. Encyclopaedia of food science, food technology, and nutrition, London: Academic Press.

Hansen CL, Berg F, Rasmussen MA, Engelsen SB and Holroyd S, 2010. Detecting variation in ultrafiltrated milk permeates — Infrared spectroscopy signatures and external factor orthogonalization. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 104: 243–248

Janhoj T, Bom Frost M and Ipsen R, 2008. Sensory and rheological characterization of acidified milk drinks. Food Hydrocolloids, 22: 798–806.

Kailasapathy K, 2006. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. LWT, 39: 1221-1227.

Kiani H, Mousavi ME, Razavi H and Morris ER, 2010. Effect of gellan, alone and in combination with high-methoxy pectin, on the structure and stability of doogh, a yogurt-based Iranian drink. Food Hydrocolloids, 24: 744-754.

Koksoy A and Kılıc M, 2003. Effects of water and salt level on rheological properties of ayran, a Turkish yoghurt drink. International Dairy Journal 13: 835–839.

Koksoy A and Kilic M, 2004. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. Food Hydrocolloids, 18: 593–600.

Ledward DA, 2000. Gelatin. In GO. Philips and PA, Williams (Eds.), Handbook of hydrocolloids (pp: 67–86). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Lucey JA, Tamehana M, Singh H and Munro PA, 1999. Stability of model acid milk beverage: effect of pectin concentration, storage temperature and milk heat treatment. Journal of Texture Studies, 30(3): 305–318.

Marcotte M, Hoshahili ART and Ramaswamy HS, 2001. Rheological properties of selected hydrocolloids as a function of concentration and temperature. Food Research International, 34(8): 695–703.

Paseephol T, Small D and Sherkat S, 2008. Lactulose production from milk concentration permeate using calcium carbonate-based catalysts. Food Chemistry, 111: 283-290.

Rattray W, Jelen P, 1996. Freezing point and sensory quality of skim milk as affected by addition of ultrafiltration permeates for protein standardization. International Journal of Dairy, 6: 569–579.

Shrestha AK, Howes T, Adhikari BP, Bhandari BR, 2008. Spray drying of skim milk mixed with milk permeate: effect on drying behavior, physicochemical properties, and storage stability of powder, Drying Technology. 26: 239–247.

Smiddy MA, Martin JEGH, Kelly AL, De Kruif CG and Huppertz T, 2006. Stability of casein micelles cross-linked by transglutaminase. Journal of Dairy Science, 89: 1906-1914.

Syrbe A, Bauer W J and Klostermeyer H, 1998. Polymer science concepts in dairy system, An overview of milk protein and food hydrocolloid interaction. International Dairy Journal, 8: 179–193.

Tromp RH, de Kruif CG, Van Eijk M and Rolin C, 2004. On the mechanism of stabilisation of acidified milk drinks by pectin. Food Hydrocolloids, 18: 565–572.

Influence of ultrafiltered milk permeate and zedo gum on qualitative properties of doogh

F Nabizadeh1*, A Khosrowshahi Asl [2] and Sh Zomorodi [3]

Received: September 10, 2013 Accepted: January 05, 2014

[1] PhD Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran
[2] Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Engineering, Agricultural Research Center of West Azarbaijan, Urmia, Iran
[*]Corresponding author: Email: Fnabizadeh360@gmail.com

Abstract

The effect of zedo gum (with concentrations of 0, 0.2 and 0.4 %) on qualitative properties of doogh made from yoghurt diluted by UF milk permeate (at levels of 0, 25 and 50 %) as replacement of water was studied during storage for one month at 4ºC using response surface methodology and face centered design. The results showed that serum separation decreased with increasing the levels of permeate and zedo gum and it increased during storage ($p<0.05$). Apparent viscosity also increased with increasing the levels of permeate and zedo gum, but it's changes during storage was not significant ($p>0.05$). Acidity was considerably affected by permeate, zedo gum content and storage time. Both permeate and zedo gum resulted in lower moisture content, for increasing the dry matter and absorbing water, respectively. Density was increased only by permeate. According to the results obtained from color analysis, L* value increased during storage time but it decreased under the interaction of permeate and zedo gum. At lower levels of zedo gum, the increase of permeate caused a lower a* value. However higher levels of zedo gum resulted in a higher a* value. Both permeate and zedo gum resulted in b* value improvement. The results of sensory analysi\s showed that permeate caused the score of flavor decrease and zedo gum caused the score of consistency increase during storage. The amounts of 0.19% zedo gum, 32.55% permeate and 30 days storage were obtained as optimum conditions.

Keywords: Doogh, Permeate, Stabilization, Zedo gum