Archive of SID

مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۹ شماره ۳/ سال ۱۳۹۸/ صفحات ۱۴۵ تا ۱۵۶

تأثیر موسیلاژ دانه شاهی بر پایداری و خواص رئولوژیکی دوغ بدون چربی

هایده گرجیان[۱] و زینب رفتنی امیری*[۲]

تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۷

[۱] دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

[۲] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* مسئول مکاتبه: Email: zramiri@gmail.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: دوغ نوشیدنی بومی ایران است که سهم مهمی در صنایع نوشیدنی دارد. عمده‌ترین مشکل این محصول جدا شدن سرم در طی دوره نگهداری، به دلیل pH پایین و تجمع پروتئین‌های کازئین است. هیدروکلوئیدها به‌طور وسیعی برای ایجاد پایداری بافت در محصولات تخمیری اسیدی استفاده می‌شود. **هدف:** در این پژوهش اثر موسیلاژ دانه شاهی به‌عنوان یک صمغ بومی در پایداری دوغ در مدت زمان ۲۸ روز نگهداری در دمای یخچال ۵°C مورد بررسی قرار گرفت. **روش کار:** در این پژوهش موسیلاژ دانه شاهی در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمارهای شامل غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ ٪ به دوغ اضافه و دوغ بدون صمغ به‌عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد. سپس ویسکوزیته، مقدار پتانسیل زتا، پایداری، ویژگی‌های حسی و شیمیایی دوغ مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. **نتایج:** آنالیز آماری نتایج نشان داد که نمونه‌های دوغ در غلظت ۰/۵٪ صمغ، در نرخ برش‌های پایین نسبت به نمونه شاهد و نمونه‌های دیگر، گرانروی ظاهری بالاتری داشت ($P<0/05$). نمونه‌های دوغ رفتاری رقیق شونده با افزایش سرعت برشی داشتند. افزودن موسیلاژ دانه شاهی موجب تغییرات معنی‌داری بر اسیدیته قابل تیتراسیون نمونه‌های دوغ گردید ($P<0/05$). نمونه‌های دوغ با غلظت ۰/۳ و ۰/۵٪ بیشترین پایداری را در طی زمان نگهداری نشان داد. **نتیجه گیری نهایی:** بر اساس نتایج ارزیابی حسی، امتیاز مطلوبیت قوام نمونه‌ها با افزایش مقدار صمغ تا ۰/۳٪ نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت اما اختلاف غلظت ۰/۵٪ با شاهد معنی‌دار نبود. با توجه به نتایج حاصل، موسیلاژ دانه شاهی در سطح ۰/۳٪، غلظت بهینه در پایداری دوغ بوده است.

واژگان کلیدی: پایداری دوغ، پتانسیل زتا، ویسکوزیته، موسیلاژ دانه شاهی، ویژگی‌های شیمیایی

مقدمه

دوغ یک نوشیدنی تخمیری لبنی است، که در مقیاس صنعتی در ایران تولید و مصرف می‌شود (سلطانی و همکاران ۲۰۱۲). از ویژگی‌های تغذیه‌ای دوغ می‌توان به افزایش ویتامین‌ها و متابولیت‌های مغذی، بهبود جذب کلسیم و قابلیت هضم بیشتر نسبت به شیر اولیه اشاره کرد (میرزاعلیزاده ۱۳۹۲). رفتارهای رئولوژیکی در مقیاس‌های ماکرو و میکرو از خواص تأثیرگذار بر کیفیت غذا است. رفتار جریان مواد غذایی برای تعدادی از اهداف مانند کنترل کیفیت، درک ساختار، برنامه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

کاربردی مهندسی فرایند و همبستگی با ارزیابی حسی تعیین شده است. همچنین خواص نهایی محصول از قبیل پایداری، بافت و ظاهر به‌طور مستقیم به ریز ساختارهای غذایی بستگی دارد (کیانی و همکاران ۲۰۰۸).

یکی از عمده‌ترین مشکلات دو فاز شدن دوغ در زمان نگهداری است که این مسأله به‌خاطر گرانروی پایین، pH پایین و تأثیر آنها بر رسوب کردن پروتئین‌ها می‌باشد. انواع پایدارکننده در جهت افزایش پایداری محصول دوغ که نتایج رضایت بخشی دارند استفاده می‌شود (سلطانی و همکاران ۲۰۱۲). هیدروکلوئیدها به‌طور وسیعی برای ایجاد پایداری بافت در محصولات تخمیری اسیدی استفاده می‌شود (کوکسوی و همکاران ۲۰۰٤). با توجه به افزایش تقاضا برای هیدروکلوئیدها با کاربردهای خاص در سال‌های اخیر پیدا کردن منابع هیدروکلوئیدی جدید با خواص مناسب یک زمینه فعال مطالعاتی است. در میان صمغ‌های تجاری هیدروکلوئیدها دانه‌ای هنوز به فراوانی به دلیل قیمت مناسب آنها، قابلیت دسترسی آسان و خواص کاربردی استفاده می‌شود (ناجی و همکاران ۲۰۱۱).

گیاه دانه شاهی با نام علمی لپیدیوم ساتیوم (*Lepidium sativum*) از خانواده کروسیفرا بوده که در زبان انگلیسی عموماً تحت عنوان «شاهی باغی»[1] نامیده می‌شود. دانه شاهی حاوی رطوبت، پروتئین، چربی، خاکستر، آلکالوئید، سیناپین (استرکولین اسید سیناپیک)، اسید سیناپیک، اسیدارونیک و مواد موسیلاژی است. جزئی‌که برای ایجاد ویسکوزیته و تشکیل ژل ضروری است، پوسته می‌باشد که عمدتاً حاوی پلی‌ساکارید است. پلیمر صمغ متشکل از کربوهیدرات با گروه‌های عملگر کربوکسیل و هیدروکسیل است. قندهای اصلی تشکیل‌دهنده صمغ دانه شاهی عبارتند از مانوز، آرابینوز، گالاکتورونیک اسید، گالاکتوز، رامنوز و گلوکز. حضور دو اسید اورونیک (مجموعاً گالاکتورونیک و گلوکورونیک ۱۵٪) در صمغ بیانگر طبیعت پلی الکترولیت میباشد (فیض آبادی و همکاران ۱۳۹۵).

تاکنون، پژوهش‌های مختلفی در زمینه استفاده از هیدروکلوئیدها در پایدارسازی دوغ انجام گرفته است. آذری‌کیا و همکاران (۱۳۸۷) اثر برخی هیدروکلوئیدهای مثل پکتین با درجه متوکسیل بالا، کتیرا و صمغ لوبیای لوکاست را به صورت ترکیبی و تکی در پایدارسازی دوغ به مدت ۳۰ روز مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که تراگاکانتین، کتیرا و صمغ لوبیای لوکاست در غلظت‌های ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ ٪ به مدت ۳۰ روز و پلی-ساکاریدهای محلول سویا نوع M متوکسیل‌زدایی شده در غلظت ۰/٦٪ به مدت ٦ روز از دو فاز شدن دوغ جلوگیری کرد. خان‌نیری و همکاران (۱۳۹۵) اثر مخلوطی از پایدارکننده‌ها بر روی پایدارسازی دوغ کم چرب را مورد مطالعه قرار دادند و نتایج نشان داد که افزودن صمغ‌های کربوکسی متیل سلولز و لوبیای خرنوب به صورت تکی منجر به افزایش پایداری دوغ شد. امیری عقدایی و اعلمی (۱۳۹۰) اثر موسیلاژ دانه ریحان در غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۰۲۵ و ۰/۰۵٪ را بر ویژگی‌های رئولوژیکی و پایداری دوغ در دمای یخچال به مدت ۱۵ روز مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بیشترین میزان پایداری مربوط به نمونه‌های حاوی ۰/۰۵٪ موسیلاژ دانه ریحان و کمترین پایداری مربوط به نمونه شاهد بود.

کرمی (۱۳۹٦) تأثیر افزودن صمغ پکتین، AMD (سدیم کربوکسی متیل سلولز بسیار خالص) و لوبیای لوکاست بر میزان پایداری و درجه کدری دوغ طعم‌دار شده با دود را به مدت ٤۰ روز نگهداری نمونه‌ها، مورد بررسی قرار دادند. نتایج آماری نشان داد که نمونه دوغ حاوی لوبیای لوکاست در دمای ٤°C و نمونه دوغ مخلوط با صمغ AMD بیشترین شباهت را با نمونه دوغ شاهد با

[1] Cress seed

www.SID.ir

Archive of SID

اسانس دودی داشتند. در رابطه با آزمون کدری، نمونه صمغ پکتین در اثر گذر زمان در دمای ٤°C با کاهش شفافیت روبرو خواهد بود. نمونه صمغ لوبیای لوکاست نیز در گذر زمان در دمای ٤°C با افزایش کدری در ۲۰ روز اول و سپس با کاهش کدری در روز ٤۰ روبروست.

هدف از این پژوهش، بررسی اثر موسیلاژ دانه شاهی در غلظت‌های ۰، ۰/۰۱، ۰/۱، ۰/۳ ، ۰/۵٪ بر پایداری، خواص رئولوژیکی و خصوصیات حسی دوغ و یافتن بهترین غلظت موسیلاژ دانه شاهی برای بیشترین پایداری در طول دوره نگهداری نمونه‌های دوغ بوده است.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه مورد استفاده در این پژوهش، دانه شاهی (فروشگاه گیاهان دارویی شهر ساری)، ماست (۰/۵٪ چربی با اسیدیته ۱۳٤ درجه دورنیک) از شرکت فرآورده‌های لبنی لاله ساری تهیه شد.

روش‌آماده‌سازی نمونه‌ها

استخراج موسیلاژ دانه شاهی

جهت استخراج موسیلاژ دانه شاهی از روش بهینه-سازی استفاده شد. دانه شاهی با نسبت ۱ به ۳۰ در آب دیونیزه شده پیش گرم شده (۳۵°C) خیسانده شد سپس pH محلول به کمک سود ۰/۱ نرمال حدود ۱۰ تنظیم شد. مخلوط به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ثابت ۳۵°C به طور مداوم به هم زده شد. لایه صمغ از دانه به کمک صفحات چرخشی یک استخراج‌کننده (آب‌میوه گیر خانگی مدل پارس خزر ساخت کشور ایران) جدا شد. صمغ‌ها در نهایت از دانه جدا شده، مخلوط آبکی صمغ با آون مدل ممرت ساخت کشور آلمان در دمای ٦۰°C خشک و آسیاب شد و در شرایط خشک و خنک نگهداری شد (بهنیا و همکاران سال ۲۰۱۱).

تهیه دوغ

پس از انحلال موسیلاژ درون آب دیونیزه شده (دمای ۸۰°C به مدت ۱۰ دقیقه)، افزودن مقدار نمک طوری انجام گرفت که میزان نمک در فرآورده نهایی ۰/۷٪ باشد. در مرحله بعد به میزان ٤۰٪ از فرمولاسیون دوغ، برای تهیه نمونه‌های دوغ، ماست ترش به مخلوط پایدارکننده و نمک اضافه شد. در نهایت دوغ حاصله با دستگاه همگن‌ساز اوالتراتوراکس (سری ساخت S 155073، ساخت کشورمالزی) با سرعت ۱۱۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ ثانیه در دمای ٦۰°C همگن شد (امیرعقدایی و همکاران ۱۳۹۰).

اندازه‌گیری میزان پایداری دوغ

به منظور تعیین میزان دو فاز شدن دوغ از استوانه‌های مدرج ۵۰ میلی‌لیتری استفاده شد. بدین‌صورت که به مقدار ۵۰ میلی‌لیتری دوغ درون استوانه‌ها ریخته و با ورق آلومینیوم درب‌بندی شد و پس از ۲۸ روز نگهداری میزان پایداری آن بر حسب درصد با استفاده از فرمول زیر تعیین شد (امیرعقدایی و همکاران ۱۳۹۰).

$$\text{میزان پایداری دوغ}\% = \frac{\text{حجم سرم} - \text{حجم اولیه دوغ}}{\text{حجم اولیه دوغ}} \times 100$$

لازم به ذکر است که لوله‌ها و درب پوشش‌های مورد استفاده از قبل در داخل آون به مدت ۳ ساعت در دمای ۲۰۰°C سترون شده و پس از خنک شدن مورد استفاده قرار گرفتند تا احتمال رشد میکروبی و آلودگی ثانویه به کمترین میزان ممکن برسد (امیرعقدایی و همکاران ۱۳۹۰).

اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی دوغ

اندازه گیری pH طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ به کمک دستگاه pHمتر (مدل ۳۵۰S ساخت کشور آلمان)، اندازه گیری ماده خشک طبق استاندارد ملی ایران به شماره ٦۳۷ به کمک دستگاه آون (شرکت ممرت ساخت کشور آلمان) تعیین شد، اندازه گیری چربی مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۸٤، اندازه گیری نمک مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ٦۹٤

www.SID.ir

Archive of SID

انجام گرفت. به منظور تعیین میزان پروتئین دوغ در این پژوهش از روش فرمل استفاده شد (AOAC، ۲۰۰۵).

رفتار جریان و اندازه‌گیری ویسکوزیته ظاهری دوغ

آزمون ویسکوزیته ظاهری دوغ با استفاده از دستگاه رئومتر چرخشی (مدل physical MSR 301 شرکت آنتون پار ساخت کشور اتریش) انجام شد. برای تنظیم دما سیستم peltier plate با حساسیت ۰/۰۱ ± مجهز به سیرکولاتور آب به‌کار رفت. به منظور همگن‌سازی نمونه‌ها و جلوگیری از ته‌نشینی آن، نمونه‌ها قبل از انجام آزمون با نرخ برش s^{-1} ۲۰۰ به مدت ۲۰ ثانیه توسط دستگاه همزده شد. برای انجام آزمون‌های رئولوژیک پایا نمودارهای گرانروی ظاهری در مقابل نرخ برش s^{-1} ۰/۱ تا s^{-1} ۱۰۰۰ برای همه نمونه‌ها در روز ۲۸ توسط دستگاه به دست آمد (قربانی و همکاران ۱۳۹۰).

اندازه‌گیری پتانسیل زتا

برای تعیین پتانسیل زتای نمونه‌های دوغ از دستگاه زتا سایزر (مدل Nano-ZS، شرکت مالورن ساخت کشور انگلستان) استفاده شد. برای این منظور، هر یک از نمونه‌ها نخست با استفاده از آب مقطر ۵۰ برابر رقیق شدند. سپس نمونه‌ها توسط سرنگی داخل لوله موئین (سل) منتقل و در محل مخصوص در داخل دستگاه قرار گرفت. اندازه‌گیری پتانسیل زتا در دمای ۲۵°C در پایان روز ۲۸ام انجام شد (آذری‌کیا و همکاران ۱۳۸۷).

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها توسط ۱۰ نفر داور آموزش دیده از دانشجویان کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی ساری (زن) انجام گرفت. از داوران خواسته شد تا نمونه‌های تولیدی را از نظر طعم (مزه)، بو، بافت (یکنواختی)، قوام (ویسکوزیته)، احساس دهانی و پذیرش کلی با استفاده از روش هدونیک (۵ نقطه‌ای) به این ترتیب که حداکثر نمره ۵ برای مطلوب‌ترین و ۱ کمترین نمره که نشان‌دهنده نامطلوب‌ترین نمونه است ارزیابی کنند (لقایی و وزیری ۱۳۹۵).

بالاترین امتیاز برای بافت مربوط به فرآورده‌ای تعریف شده بود که یکنواخت و فاقد هر گونه ذرات توده‌ای باشد. در بررسی طعم نیز بالاترین امتیاز به نمونه دوغ، که اثری از طعم ماده خارجی در آن نبوده و یا ناسازگار با طعم دوغ نباشد، تخصیص داده شد. قوام که به نوعی بیانگر همان ویسکوزیته است برای ارزیابان توضیح داده شد (عباسی و همکاران ۱۳۸۸). بافت هموژن و قوام مناسب جهت ایجاد احساس دهانی مطلوب در نوشیدنی‌های اسیدی شیر بیان شد (محمدی ثانی و همکاران ۱۳۹۵).

تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش، تجزیه و تحلیل نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی و تمامی آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارها (غلظت‌های ۰، ۰/۰۱، ۰/۱، ۰/۳ ، ۰/۵٪ موسیلاژ دانه شاهی) از آزمون دانکن با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و نرم افزار SPSS16 در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

بحث و نتایج

تأثیر افزودن غلظت‌های مختلف هیدروکلوئید بر ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های دوغ

تجزیه و تحلیل آماری آنالیز شیمیایی دوغ مخلوط شده با موسیلاژ دانه شاهی در مقایسه با نمونه کنترل پس از فرایند تهیه در جدول ۱ قابل مشاهده است. اسیدیته نمونه‌ها در غلظت های ۰/۳ و ۰/۵٪ صمغ دانه شاهی در مقایسه با شاهد بطور معنی‌داری کاهش یافت ($P<0/05$) ولی pH، تغییرات معنی‌داری نداشت ($P<0/05$)، که احتمالاً به‌دلیل طبیعت پلی الکترولیتی صمغ دانه شاهی در محلول ۰/۵٪ وزنی – حجمی می باشد (کاراژیان ۱۳۸۹). پلیمر صمغ شاهی متشکل از کربوهیدرات با گروه‌های عملگر

www.SID.ir

Archive of SID

کربوکسیل و هیدروکسیل است (فیض آبادی و همکاران ۱۳۹۵).

نبی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند اسیدیته نمونه‌های دوغ با افزایش صمغ زدو بطور معنی‌داری افزایش یافت ولی pH، تغییرات معنی‌داری نداشت ($P<0/05$).

همچنین کارآموز و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که صمغ گوار تأثیر معنی‌داری بر pH نمونه‌های مختلف دوغ نسبت به نمونه شاهد در طی یک ماه نگهداری ندارد.

جدول۱- نتایج حاصل از ارزیابی شیمیایی نمونه‌های دوغ تازه تهیه شده

Table 1- The results of chemical evaluation of fresh prepared doogh samples

Traits	Cress seed mucilage %				
	Control (0)	**0.01**	**0.1**	**0.3**	**0.5**
Fat	0.24±0.0057[a]	0.22±0.0088[a]	0.24±0.0088[a]	0.24±0.0057[a]	0.23±0.0014[a]
Protein	1.96±0.0057[a]	1.96±0.0057[a]	1.96±0.0088[a]	1.96±0.0033[a]	1.96±0.0066[a]
Ph	3.64±0. 01[a]	3.63±0. 01[a]	3.68±0. 01[a]	3.68±0. 01[a]	3.69±0. 01[a]
Acidity	52.42±0. 57[a]	52.42±0. 57[a]	52.42±0. 57[a]	49.79±0. 57[b]	46.31±0. 50[c]
Total solid	4.47±0.0057[a]	4.76±0.0057[a]	4.88±0.0057[a]	4.90±0.0057[a]	4.97±0.0057[a]

Means within the same column with different superscripts differ significantly P<0.05.

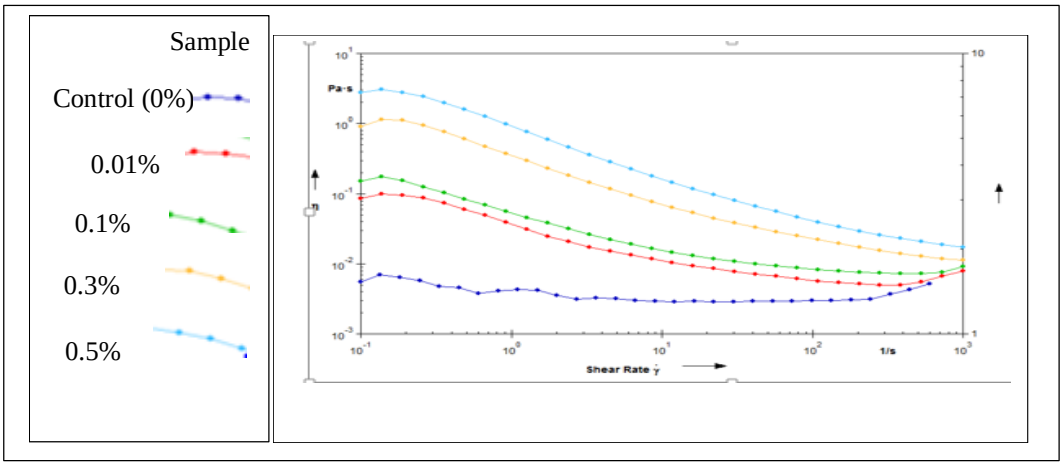
تأثیر افزودن غلظت‌های مختلف هیدروکلوئید بر ویسکوزیته نمونه‌های دوغ

گرانروی ظاهری نمونه‌های دوغ حاوی موسیلاژ دانه شاهی در شکل ۱ نشان داده شده است. نمونه حاوی ۰/۵٪ موسیلاژ شاهی در نرخ برش‌های پایین نسبت به نمونه شاهد (بدون موسیلاژ شاهی) و نمونه‌های دیگر، گرانروی ظاهری بالاتری داشت. صمغ دانه شاهی از نظر رفتار جریان دارای خصوصیات رقیق‌شونده با برش است که سودوپلاستیسیته آن با افزایش غلظت و دما افزایش می‌یابد با افزایش غلظت، ویسکوزیته صمغ دانه شاهی به دلیل افزایش محدودیت رانش مولکولی در اثر درگیری بین زنجیرهای پلیمری افزایش می‌یابد (ناجی طبسی و همکاران ۲۰۱۱). نمونه‌های که دارای هیدروکلوئید هستند ویسکوزیته بالاتری دارند، از آنجا که هیدروکلوئید می‌تواند با آب در نمونه‌ها پیوند دهد و در نتیجه ویسکوزیته را افزایش دهد (بهنیا و همکاران ۲۰۱۳). همانطوریکه در شکل ۱ مشاهده می‌شود ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های دوغ با افزایش سرعت برشی، کاهش می‌یابد که در واقع این مطلب بیانگر رفتار غیرنیوتنی (رقیق شونده با برش) است. رفتار جریان صمغ دانه شاهی با مدل قانون توان قابل توصیف است که نشانگر رفتار رقیق شونده با برش (شبه پلاستیک)[1] این صمغ است (فیض‌آبادی و همکاران ۱۳۹۲). کاهش ویسکوزیته در نقاط ابتدایی به دلیل از بین رفتن باندهای بین مولکولی شدیدتر بوده و سپس به آرامی کاهش می‌یابد (لقایی و همکاران ۱۳۹۵). کاهش تغییرات ویسکوزیته همزمان با افزایش سرعت برشی را می‌توان به کاهش اندازه توده‌های کلوئیدی موجود در نمونه نسبت داد (لقایی و همکاران ۱۳۹۵). نتایج مشابهی توسط قربانی گرجی و همکاران (۱۳۹۰) و امیرعقدایی و اعلمی (۱۳۹۰) نیز گزارش شد.

[1] Pseudoplastic

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- منحنی ویسکوزیته ظاهری برای انواع نمونه‌های مختلف دوغ

Figure 1- doogh apparent viscosity curves for different sample types

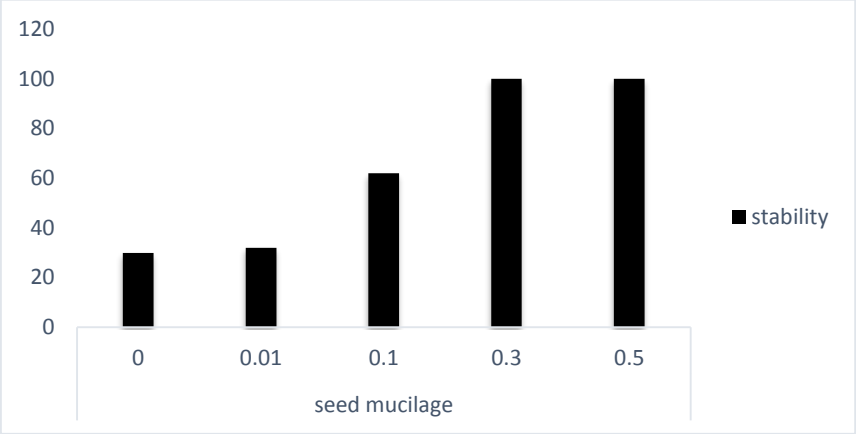
درصد پایداری تیمارها طی نگهداری در یخچال

شکل ۲ بیانگر بررسی درصد پایداری نمونه‌های دوغ حاوی موسیلاژ دانه شاهی با غلظت‌های مختلف (۰، ۰/۰۱، ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵٪) در روز ۲۸ نگهداری یخچالی در دمای ۵°C است. با مراجعه به این شکل می‌توان دریافت با افزایش غلظت موسیلاژ میزان پایداری افزایش یافت بطوریکه اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) میان نمونه‌ها و نمونه شاهد (بدون موسیلاژ دانه شاهی) بود. نمونه‌های حاوی غلظت ۰/۳ و ۰/۵٪ موسیلاژ دانه شاهی موجب ۱۰۰٪ پایداری و کمترین پایداری (۳۰ ٪) مربوط به تیمار شاهد در پایان روز ۲۸ام بود. تعامل بین پروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدها نقش مهمی در ساختمان و تثبیت بیشتر فرآیندهای غذایی دارد (حسن پور و همکاران ۲۰۱۲). هیدروکلوئیدها به محصولات پروتئینی به دلیل توانایی آنها در اتصال با گروههای هیدروکسیل آب اضافه می‌شود (یورستی و همکاران ۲۰۰۳).

افزایش در میزان پایداری نمونه‌های دوغ با افزایش غلظت موسیلاژ، مربوط به افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته و به دام افتادن میسل‌های کازئین می‌باشد (امیرعقدایی ۱۳۹۰، قربانی و همکاران ۱۳۹۰ و سربی و همکاران ۱۹۹۸). احتمالاً هیدروکلوئیدهای اضافه شده به‌ویژه در غلظت‌های بالا یک شبکه هیدروکلوئیدی در سراسر دوغ پدید می‌آورند که آب و کازئین‌ها در این شبکه به دام افتاده و در نتیجه، از جداسازی سرمی جلوگیری می‌شود (فروغی‌نیا و همکاران ۱۳۸۶). البته عوامل گوناگونی نظیر درصد ماده خشک، میزان چربی و عوامل مکانیکی نظیر همگن‌سازی نیز بر میزان پایداری و ویژگی‌های رئولوژیکی دوغ تأثیرگذار خواهد بود (امیرعقدایی و همکاران ۱۳۹۰). فروغی‌نیا و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که صمغ کتیرا در غلظت ۰/۳٪ موجب پایداری کامل دوغ گردید. همچنین آذری-کیا و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که ترکیب کتیرا و صمغ لوبیای خرنوب در غلظت ۰/۲٪ و نسبت‌های ۲۰ :۸۰ و ۵۰ :۵۰ سبب پایداری کامل دوغ شد. شاید بتوان دوغ پایدار شده را به عنوان نوعی نوشیدنی با گرانروی بالا معرفی کرد. محققان بیان کرده‌اند که با ایجاد تغییراتی در فرمولاسیون نوشیدنی اسیدی سنتی می‌توان فرآورده‌های جدیدی مطابق با ذائقه نسل جوان تهیه کرد (نیلسون و همکاران ۲۰۰۷).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- پایداری دوغ تهیه شده تحت تأثیر تیمارهای مختلف در روز ۲۸ نگهداری

Figure 2 -Effect of different levels of cress seed mucilage on storage stability of doogh samples on 28th day

جدول۲- نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های دوغ در در روز ۲۸ نگهداری

Table 2- Results of sensory evaluation of doogh samples on 28th day

Traits	Cress seed mucilage%				
	Control (0)	**0.01**	**0.1**	**0.3**	**0.5**
Consistency	2.85 ± 0.34^{c}	2.85 ± 0.26^{c}	3.42 ± 0.29^{b}	4.14 ± 0.45^{a}	2.85 ± 0.40^{c}
Texture	3.42 ± 1.12^{a}	3.71 ± 1.11^{a}	3.71 ± 0.75^{a}	4.00 ± 1.15^{a}	3.14 ± 1.34^{a}
Oral sensory	3.00 ± 0.43^{a}	2.57 ± 0.48^{a}	2.57 ± 0.29^{a}	3.28 ± 0.35^{a}	2.71 ± 0.35^{a}
Taste	3.42 ± 0.26^{a}	3.14 ± 0.40^{a}	3.14 ± 0.40^{a}	3.00 ± 0.37^{a}	2.90 ± 0.49^{a}
Smell	3.42 ± 0.29^{a}	2.85 ± 0.34^{a}	3.28 ± 0.18^{a}	3.00 ± 0.30^{a}	2.75 ± 0.47^{a}
Overall acceptance	3.28 ± 0.18^{a}	2.89 ± 0.36^{a}	3.50 ± 0.24^{a}	3.28 ± 0.52^{a}	3.00 ± 0.57^{a}

Means within the same column with different superscripts differ significantly P<0.05.

تأثیر انواع هیدروکلوئیدها بر ویژگی‌های حسی دوغ

ارزیابی نتایج بدست آمده در جدول ۲ تفاوت معنی‌داری بین صفات حسی بو، مزه، بافت و احساس دهانی (لطافت، یکنواختی یا همگن بودن، گرانروی دهانی و دهان پوشی) و پذیرش کلی را نشان نمی‌دهد. با افزایش غلظت صمغ نسبت به نمونه شاهد مطلوبیت قوام نمونه‌ها افزایش یافت اما در غلظت ۰/۵٪ این اثر کاهش یافت. در ارزیابی احساس دهانی نمونه‌های دوغ تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها و کنترل مشاهده نشد به دلیل اینکه علاوه بر گرانروی دهانی، یکنواختی و همگن بودن نمونه‌ها هم در نظر گرفته شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اضافه کردن بیشتر از حد مناسب صمغ، سبب ویسکوز شدن نامطلوب نمونه‌ها و ناخوشایند شدن آن از نظر مصرف‌کننده می‌شود، چرا که وجود مقادیر بالای هیدروکلوئید از روانی نمونه که یکی از مشخصه‌های مطلوبیت آن است می‌کاهد. در تحقیقات مشابه، استفاده از مقادیر بالای هیدروکلوئیدها به عنوان کاهش‌دهنده مطلوبیت معرفی شده و به این گزارش کرده‌اند که بسته به نوع هیدروکلوئید مورد استفاده، میزان مناسب آن برای افزایش قوام متفاوت است (عباسی و همکاران ۱۳۸۸ ، کوکسوی و کیلیک ۲۰۰٤).

جدول ۳- بررسی اثر پتانسیل زتا در پایداری نمونه‌های دوغ در روز ۲۸ نگهداری

Table 3- Investigating the zeta potential on the stability of doogh samples on 28th day

Traits	Cress seed mucilage %				
	Control (0)	0.01	0.1	0.3	0.5
Zeta potential (mV)	5.31	-1.27	-3.96	-13	-18

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر انواع هیدروکلوئیدها بر میزان پتانسیل زتا

مقادیر پتانسیل زتای نمونه‌های دوغ پایدار شده توسط هیدروکلوئیدهای مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد نمونه دوغ بدون هیدروکلوئید (نمونه شاهد) دارای پتانسیل زتای مثبت است. افزودن هیدروکلوئیدها به دوغ موجب منفی شدن پتانسیل زتا نمونه دوغ گردید. صمغ دانه شاهی با توجه به ماهیت آنیونی آن دارای پتانسیل زتای منفی است (رضوی و همکاران ۲۰۱٤). احتمالاً موسیلاژ دانه شاهی به عنوان یک هیدروکلوئید آنیونی جذب سطح کازئین‌ها شده و در نتیجه، دافعه فضایی و الکترواستاتیک از نزدیک شدن ذرات به یکدیگر جلوگیری کرده است (آذری‌کیا و همکاران ۱۳۸۸؛ خان‌نیری و همکاران ۱۳۹۵). کلوئیدهای حاوی ذرات با پتانسیل زتای پایین (مثبت یا منفی)، در صورت عدم وجود فاکتورهای بازدارنده دیگر مانند ویسکوزیته بالا و ممانعت فضایی، استعداد زیادی به لخته و توده شدن خواهند داشت (قنبرزاده و همکاران ۱۳۹۳). بزرگتر بودن مقدار عددی پتانسیل زتا در فرمولاسیون حاوی صمغ، به معنای وجود نیروی دافعهٔ بیشتر بین قطرات و تمایل کمتر آنها برای بهم چسبیدن است که در این حالت قطرات یکدیگر را دفع نموده و سبب پایدار ماندن سامانه می‌شود (میرمجیدی و همکاران ۱۳۹۵). بنابراین با افزایش غلظت صمغ شاهی در نمونه‌ها، شدت یون‌های شارژ شده نمونه‌ها افزایش یافت. در نتیجه نیروهای دافعه فضایی و الکترواستاتیک این نمونه‌ها بیشتر و نقش مهمی در پایدارسازی نشان داده است.

تعدادی از پژوهشگران نشان دادند که افزودن هیدروکلوئیدهایی مانند ژلان، کتیرا و پکتین با متوکسیل بالا به نمونه دوغ مقدار پتانسیل زتا را نسبت به نمونه شاهد منفی نموده (محمدی ثانی و همکاران ۱۳۹۵) و همین‌طور آذری‌کیا و همکاران در سال ۱۳۸۸ نشان داد که پلی‌ساکارید محلول سویا نوع M (۰٪/٦)، کتیرا (۰/۲ ٪) و تراگاکانتین (۰٪/۱) موجب منفی شدن مقدار پتانسیل زتای نمونه دوغ نسبت به نمونه شاهد گردید، که در نتیجه نیروی دافعه فضایی و الکترواستاتیک از نزدیک شدن ذرات به یکدیگر جلوگیری کرده است و منجر به پایداری نمونه‌های دوغ گردید.

نتیجه گیری نهایی

نتایج نشان داد، افزودن موسیلاژ دانه شاهی تا غلظت ۰٪/۱ در روز ۲۸ زمان نگهداری موجب افزایش چشمگیر پایداری نمونه‌های دوغ (٦۲٪) و غلظت ۰/۳ و۰/۵٪ باعث پایداری کامل نمونه‌ها شد. بیشترین گرانروی ظاهری در نمونه‌های حاوی موسیلاژ دانه شاهی مربوط به غلظت ۰/۵٪ و سپس ۰/۳٪ است. از آنجا که بیشترین امتیاز قوام در ارزیابی حسی نمونه-های دوغ و هم‌چنین پایداری کامل آن نسبت به نمونه شاهد در نمونه حاوی ۰/۳ ٪ موسیلاژ دانه شاهی مشاهده شد، این غلظت به‌عنوان غلظت بهینه پیشنهاد می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

آذری‌کیا ف، عباسی ع و عزیزی م ح، ۱۳۸٦. بررسی کارایی و سازوکار برخی ترکیبات هیدروکلوئیدی در جلوگیری از دو فاز شدن دوغ، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۱، ۲۲-۱۱.

امیری عقدایی س و اعلمی م،۱۳۹۰. تأثیر موسیلاژ دانه ریحان بر ویژگی های رئولوژیکی و پایداری دوغ، مجله‌ی علمی پژوهشی علوم و فناوری غذایی، ۳، ۲٤-۱۸.

عباسی ا، شیرازی ن و فرشادفر ش، ۱۳۸۸. اثر صمغ گوار بر بافت و فراریت اسانس های اضافه شده به دوغ ایران، فصلنامه علوم و فناوری غذایی، ۳، ۳۹-۳۱.

فروغی‌نیا 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، ۲، ۲۵ - ۱۵.

فیض آبادی ا، کاراژیان ح و مهدیان ا، ۱۳۹۱. ویژگی‌های رئولوژیکی و بافتی سس مایونز حاوی صمغ دانه شاهی، مجله نوآوری در علوم و فناوری غذایی، ۳، ٦٤-٥٦.

قربانی گرجی ا، محمدی فر م ا، عزت پناه ح و مرتضویان ا م،۱۳۹۰. تأثیر سه گونه کتیرای ایرانی بر ویژگی‌های رئولوژیک و پایداری دوغ بدون چربی، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۲، ٤۲-۳۱.

کاراژیان ح، ۱۳۸۹، طبیعت پلی الکترولیتی صمغ دانه شاهی، نشریه پژوهشهای صنایع غذایی ایران، ۱، ٤۸-۳۷.

کارآموز ن، محمدی ثانی ع و رشیدی ح. ۱۳۹۵. تأثیر افزودن هیدروکلوئیدهای ژلان، کتیرا و پکتین با متوکسیل بالا در پایدارسازی دوغ، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۵۲، ۱۰۰-۹۱.

کرمی م، ۱۳۹٦. تأثیر افزودن صمغ های پکتین، AMD و لوبیای لوکاست بر میزان پایداری و درجه کدری دوغ طعم‌دار شده با دود، مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ٦۳، ۲۳۳-۲٤۹.

نبی زاده ف، خسروشاهی ا و زمردی ش، ۱۳۹۲. مطالعه تأثیر استفاده از پرمیات حاصل از تغلیظ شیر به روش اولترافیلتراسیون و صمغ زدو بر ویژگیهای کیفی دوغ، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ٤، ۵۸۰-۵٦۷.

لقایی ل و وزیری ش، ۱۳۹۵. تأثیر برخی از صمغ‌ها بر پایداری و خواص کیفی دوغ تولید شده با فناوری ژل سیال به روش سطح پاسخ (RSM)، نشریه پژوهشهای صنایع غذایی، ۱، ۳۵-۲۳.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۰. اندازه‌گیری چربی شیر، استاندارد ملی ایران، ۳۸٤، ۱-۳.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳٤۹. تعیین ماده خشک، استاندارد ملی ایران، ٦۳۷، ۱-۳.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران،۱۳٦۵. شیر و فرآورده‌های آن- تعیین اسیدیته و pH، استاندارد ملی ایران، ۲۸۵۲، ۱-۱۳.

میرزا علیزاده ع، تاج کی ج، ساطعی ن، زمانی ع و.حجازی ج، ۱۳۹۵. ارزیابی ویژگیهای شیمیایی و میکروبی فرآورده‌های شیر و دوغ پاستوریزه تولیدی استان زنجان، علوم غذایی و تغذیه، ۲، ۱۲۲-۱۱۵.

میرمجیدی ع، عباسی س، حمیدی اصفهانی ز و .عزیزی م ح، ۱۳۹۵. تأثیر امولسیفایرها و صمغهای بومی روی تشکیل و برخی ویژگیهای فیزیکی و رئولوژیکی نانوامولسیون اسانس روغنی پوست پرتقال، فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، ٦۰، ۱٤-۱۱.

AOAC, 2005. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists. Vol II: 802-833.

Behnia A, Karazhiyan H, Niazmand R and Nafchi A R M, 2013. Rheological properties of low fat yogurt containing cress seed gum. Agricultural Sciences 4(09): 29.

www.SID.ir

Archive of SID

Mohammadi M, Ghanbaarzaadeh B, Rezaei Mokarram R, Yar Hosseini M and Hamishehkar H, 2014. Study of Stability, Zeta-potential, and Steady Rheological Properties of Nanoliposomes Containing Vitamin D3. Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences and Health Services 36(4): 102-111.

Foroughinaia S, Abbasi S and Hamidi Esfahani Z, 2007. Effect of individual and combined addition of salep, tragacantin and guar gums on the stabilization of iranian Doogh. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology 2(2): 15-25.

Hasanpour F, Hoseini E, Motalebi A A and Darvish F, 2012. Effects of soy protein concentrate and xanthan gum on physical properties of silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) surimi. Iranian Journal of fisheries sciences 11(3): 518-530.

Koksoy A. and Kilic M, 2004. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. Food hydrocolloids 18(4): 593-600.

Kiani H, Mousavi S M A and Emam-Djomeh Z, 2008. Rheological properties of Iranian yoghurt drink, Doogh. International Journal of Dairy Science 3(2): 71-78.

Moeini Faizabadi A, Karagian h and Mehdiyan A, 2013. Rheological and tissue properties of mayonnaise sauce containing cress seed gum. Magazine of Innovation in science and technology of Food issue 3(7): 55-64.

Naji-Tabasi S, Razavi MA, karagian H and Kochaki A, 2011. Effect of heat treatment on functional properties of Cress seed gum and xanthan gum. Master's thesis. Mashhad Ferdowsi University 28(1): 75-81.

Nilsson L. E, Lyck S and Tamime A. Y, 2006. Production of drinking products (Vol. 5). Chapter 5:96-98.

Seyed M. A. and Glyn O, 2014. Cress seed (Lepidium sativum) mucilage, an overview. Bioactive carbohydrates and dietary fibre 3: 17-28.

Soltani M, Say D and Güzeler N, 2012. Production and quality characteristics of "Doogh". Akademik Gıda 10(4): 50-53.

Syrbe A, Bauer W. J and Klostermeyer H, 1998. Polymer science concepts in dairy systems—an overview of milk protein and food hydrocolloid interaction. International dairy Journal 8(3): 179-193.

Uresti R. M, López-Arias N, Ramirez J A and Vazquez M, 2003. Effect of amidated low methoxyl pectin on the mechanical properties and colour attributes of fish mince. Food technology and biotechnology 41(2): 131-136.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of cress seed mucilage on stabilization and rheological properties of non-fat doogh

H Gorjian[1] and Z Raftani Amiri[2]*

Received: September 1, 2018 Accepted: February 6, 2019

[1]Phd Student. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[2]Associate Professor. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
*Corresponding author; Email: zramiri@gmail.com

Introduction: Doogh is a native beverage in Iran and has an import share in beverage industry. Also quality improvement is needs for this native industrialized product. Rheological Behavior in macro and micro scale are the most interesting properties affecting the quality of the food (kiani and et al 2008). The rheological characteristics indicate a possible use as a novel thickener. The dynamic viscosity of the dilute solution shows liquid behavior, and at higher concentrations, viscoelastic and gel behaviors (Razavi and et al 2014). Flow properties of food are determined for a number of purposes, such as quality control, understanding the structure, process engineering application and correlations with sensory evaluation. Also final properties of the product such as stability, texture and appearance are directly depending on food microstructure (kiani and et al 2008). The major problem with this product is phase separation during storage, due to the low pH and aggregation of casein may be seen frequently in doogh (soltani and et al 2012). Hydrocolloids have been widely used in textural stabilization of fermented milk products (Koksoy and Kilic 2004). Gums from seeds are now becoming important additives in the food industry. According to the increasing demand for hydrocolloids, with specific functionality in the recent years, finding new hydrocolloid sources with appropriate properties is an active area of study. Among commercial gums, the hydrocolloids from seeds are still used extremely in food formulations because of their appropriate price, easy availability and proper functionality (Naji-Tabasi and et al 2011). Cress seed gum exists in the envelope alongside the outer layer of the seeds of garden cress (Lepidium sativum L.) plant The seeds consist of 6.5–15% of the mucilage, which contains cellulose (18.3%) and uronic acid containing polysaccharides. Cress seed gum offers a wide variety of food applications because of its yield stress, pseudoplasticity and thixotropy behavior. It is stable in salts (NaCl and CaCl2) and over a wide range of pH's, with a synergic effect of added sugars (sucrose and lactose) on its flow behavior. It offers applications in emulsifying, emulsion stabilization and foaming properties. It is also stable on heating, cooling and freezing (Razavi and et al 2014). In this study effect of cress seed mucilage was investigated as a native gum and doogh stabilizer during 28-days storage period at a refrigerated temperature of 5ºC.

Material and methods: In this experiment, Cress seed and yogurt (0.5% fat with acidity 134°D) were bought from herbal medicinal shop and dairy products company (Laleh Sari –Iran) respectively. Then, extracts of dry cress seeds were prepared. Briefly, cress seed was soaked in preheated de-ionized water at a water/seed ratio of 30:1. 0.1 mol /L NaOH solution was used to adjust the pH to 10. The slurry was stirred continuously for about 15 minutes in constant temperature (35˚C). An extractor with a rotating rough plate was employed to cut the gum layer off the seed. This degummed seeds were discarded; finally, the slurry was dried with the 60˚C air forced oven and milled to powders. They were kept in cool and dry condition (Behnia and et al 2013). The gum was then randomly assigned to treatment groups (0, 0.01, 0.1, 0.3 and 0.5%). Preparation of doogh, after dissolution the mucilage in deionized water (Temperature of 80°C for 10 minutes) by adding 0.7% salt, 40 % yogurt was added to the stabilizer mixture and salt then finally product was homogenized with the Ultratorex Homogenizer (11000 rpm for 30 s in 60◦C)

www.SID.ir

Archive of SID

and doogh without stabilizer was considered as a control sample. Then, viscosity, zeta potential, stability, sensory and chemical properties doogh samples were measured.

Results and discussion: The statistical analysis of results showed that the doogh samples with 0.5% stabilizer at a low shear rate had higher viscosity in comparison with the control and other samples ($P<0.05$) (fig 1), The samples showed a pseudo- plastic behavior by increasing the shear rate (Feyzabadi et al. 2014) and This result was in agreement with the finding of (Razavi and et al 2014); that is the cress seed extract shows a newtonian below 0.1%. However, at highers concentrations there is a pronounced shear thin at higher concentrations there is a pronounced shear thinning behavior in steady shear measurement and viscoelastic and weak gel type behaviors in dynamics tests. Its viscosity depends on many factors such as shear rate, temperature, time, pH, biopolymer concentration. The addition of cress seed mucilage had a significant ($P<0.05$) change on the titratable acidity of doogh samples but pH no changed significant these results maybe because of this IR-FT polymer spectrum of cress seed gum polymer showed that the polymer consists of carbohydrates with carboxyl and hydroxyl functional groups (Karazhiyan and et al. 2010) (Table 1). The doogh samples with 0.3 and 0.5% concentration stabilizer had highest stability during storage time (fig 2). In other study intuitively the link between high viscosity and good physical stability is obvious and this view suffices for many applications (Syrbe and et al. 1998) and Findings from the study by Foroughiniaa et al (2007)., Gum tragacantin was the most effective, resulting in full stability of Doogh at a concentration of about 0.3%. Based on the sensory evaluation results, the consistency score of the samples increased with increasing gum concentration up to 0.3% compared to the control sample, but the difference in concentration of 0.5% with the control was not significant. Apparently that is usually the absolute value of zeta potential in milk products below 25 mV. Due to the noticeable changes in the zeta potential in the samples, electrostatic repulsion plays an essential and inescapable role in stabilization (Azarikia and et al 2009). The zeta potential was negative because of anionic nature of the mucilage that is -10.78 ±.19 mv. The higher the numerical value of the zeta potential in the formulation containing gum, the lower the repulsive force between the droplets and their less tendency to stick together, leaving the droplets together to stabilize the system (Mirmajidi et al 2016).

Conclusion: The results showed that the addition of mucilage seeds to the concentration of 0.1% on day 28th during storage caused a significant increase in the stability of the doogh samples (62%) and the concentration of 0.3 and 0.5% resulted in complete stability of the samples. The maximum apparent viscosity in samples containing mucilage seed was 0.5% and then 0.3%. Since the highest consistency rating was observed in the sensory evaluation of the samples containing 3% cress seed mucilage and also its complete stability compared to the control sample, this concentration is recommended as the most appropriate level.

Keywords: Doogh stability, Cress seed mucilage, Viscosity, Zeta potential, Chemical properties

www.SID.ir