



Investigating the rheological properties and stability of Doogh containing Chia seed mucilage

Mahmoud Kohneh Poushi ¹, Elham Azadfar^{2✉}, Dabir Sharifi ³, Ahmad Tamroosi ⁴, Edris Partovi ⁵, Negar Piri ⁶

¹ PhD student in Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran

² Ph.D. Food Science and Technology, Islamic Azad University, Sabzevar Branch, Sabzevar, Iran

³ MSc, Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, University of Urmia, Urmia, Iran

⁴ MSc, Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

⁵ MSc, Animal Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

⁶ MSc, Epidemiology, Kurdistan University of Medical Sciences, Dehgolan, Iran

✉ Corresponding author: elham_az1313@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: August 13, 2023
Accepted: August 12, 2024
Published: October 20, 2024

Keywords:
Doogh, Chia seeds, Rheological properties, Stability.

ABSTRACT

Background: One of the significant issues in doogh is its consistency, which plays a very important role in its marketability. On the other hand, today, the desire of consumers to use natural antimicrobial substances instead of chemical preservatives has increased. Hydrocolloids are widely used to create tissue stability in acid fermentation products

Aims: The purpose of this study is to Investigate the rheological properties and stability of doogh containing Chia seed mucilage.

Methods: In this study, the effect of chia seed mucilage on the stability of doogh during 28 days of storage at 5°C refrigerator temperature was investigated. Chia seed mucilage was considered in a completely randomized design with treatments including concentrations of 0.01, 0.1, 0.3, and 0.5% added to doogh and doogh without gum as a control sample. Then viscosity, zeta potential value, stability, sensory and chemical properties of doogh were measured.

Results: The statistical analysis of the results showed that doogh samples with a concentration of 0.5% gum have a lower cutting rate than the control sample. And other samples had a higher apparent viscosity. Adding chia seed mucilage caused significant changes in the titratable acidity of doogh samples.

Conclusion: The results indicated doogh samples with a concentration of 0.3 and 0.5% had the highest stability during storage. Based on the results of sensory evaluation, the consistency desirability score of the samples increased by increasing the amount of gum to 0.3% compared to the control sample, but the concentration difference of 0.5% with the control was not significant.



Extended Abstract

Introduction: Doogh is one of the native drinks of Iran and some other nations including Eastern Europe, the Middle East, Asia (Afghanistan, Azerbaijan, Armenia, Iraq, Syria, Georgia, and Turkey), and the Balkan Islands, whose consumption is It has a lot of history Ehtiati et al., 2013). According to the definition of Iran's national standard, simple doogh is a lactic drink obtained from milk fermentation, the dry matter of which is adjusted by diluting yogurt or milk in the doogh-making process (Taga et al., 1984). And due to the low pH, doogh is susceptible to contamination by molds and yeasts, and some bacteria, which causes the quality of doogh to decrease and its shelf life to decrease (Karajian, 2009). Among the nutritional properties of doogh, we can mention the increase of vitamins and nutritious metabolites, the improvement of calcium absorption, and the digestibility compared to raw milk (Iran Institute of Standards and Industrial Research, 1970). Rheological behavior in macro and micro scales is one of the properties influencing the quality of food. Food flow behavior for a number of purposes such as quality control, as well as the final properties of the product such as stability, texture, and appearance, directly depends on the food microstructure (Iran Institute of Standards and Industrial Research, 1986). One of the major problems is the biphasic of doogh during storage, which is due to its low viscosity, low pH, and their effect on the precipitation of proteins. Types of stabilizers are used to increase the stability of the doogh product, which has satisfactory results (Nabizadeh et al., 2014). Hydrocolloids are widely used to create tissue stability in acid fermentation products (Khoshmanzar et al., 2013). One of the significant issues in doogh is its consistency, which plays a very important

role in its marketability. On the other hand, today, the desire of consumers to use natural antimicrobial substances such as chia seeds, which are considered a rich source of protein and dietary fiber, instead of chemical preservatives, has increased (Karami, 2017). Chia seed with the scientific name *Salvia hispanica* L. is an annual summer plant belonging to the mint family (Syrbe et al., 1998). Chia seeds are considered as a rich source of protein (18-25%) and dietary fiber (20-37%). Also, chia seeds contain (21 to 33%) oil, of which (60 to 63%) is related to the essential fatty acid alpha-linolenic acid (Iranian National Standard Organization, 2008). These seeds also contain significant concentrations of natural antioxidants such as chlorogenic acid, caffeic acid, myristin, quercetin and kaempferol (Iranian National Standard Organization, 2008; Soltani et al., 2012). Chia seeds contain large amounts of phytosterols that help prevent cardiovascular diseases and have anti-cancer, antioxidant, bactericidal and antifungal effects, which are excellent nutritional properties (Kiani et al., 2008; Soltani et al., 2012; Mirza Alizadeh et al., 2017). The technological advantages of chia have led to its innovative use in food products (Syrbe et al., 1998; Behrouzian et al., 2014). The concentration of mucilage, the amount of viscosity increases, and the highest and lowest levels of stability were observed in the samples containing 0.05% of mucilage (85%) and the control sample (52%), respectively (Naji et al., 2012).

Material and methods: An optimization method was used to extract the mucilage of chia seeds (Di Sapio et al., 2012). After dissolving the mucilage in deionized water, salt was added so that the amount of salt in the final product was 3.2%. In the next step, 40% of the doogh formulation was added to the stabilizer and salt mixture to prepare the doogh

samples (Ayerza and Coates, 2005; Naji et al., 2012). Then, the effect of chia seed mucilage on the stability of doogh during 28 days of storage at 5°C refrigerator temperature was investigated (Naji et al., 2012; Iran Institute of Standards and Industrial Research, 1986; Naji et al., 2012). Chia seed mucilage was considered in a completely randomized design with treatments including concentrations of 0.01, 0.1, 0.3, 0.5% added to doogh and doogh without gum as a control sample. Then viscosity, zeta potential value, stability, sensory and chemical properties of doogh were measured (Ayerza and Coates, 2005). In this research, analysis and analysis of the results were done in the form of a completely random design and all the tests were done in 3 repetitions. To compare the mean of the treatments, Duncan's test was used using one-way analysis of variance (ANOVA) and SPSS version 16 software at a significance level of 0.05, and graphs were drawn using Excel software version 2016.

Results and discussion: The results of the Acidity and pH are one of the most important chemical factors in the stability and taste of doogh. The statistical analysis of the chemical analysis of doogh mixed with chia seed mucilage in comparison with the control sample after the preparation process shows that the Regarding the findings of this research, the acidity and pH of chia seed mucilage were investigated in the values of (0, 0.01, 0.1, 0.3 and 0.5 percent), the results show that the acidity of doogh samples is reduced with chia seed mucilage. But pH changes were not significant ($P < 0.05$) (Chardoli et al., 2019). The sample containing 0.5% chia mucilage had a higher apparent viscosity at low cutting rates than the control sample (without mucilage) and other samples. Also, this figure shows that the apparent viscosity of the doogh samples decreases with the increase of the shear speed, which in fact indicates non-Newtonian behavior (shear thinning) (Amiri Aghdai et al., 2011). Conclusion: The results showed that the addition of chia seed mucilage up to a concentration of 0.1% on the 28th day

of storage time resulted in a remarkable increase in the stability of doogh samples (62%), and concentrations of 0.3% and 0.5% resulted in complete stability of the samples. became The highest apparent viscosity in the samples containing chia seed mucilage is related to the concentration of 0.5 and then 0.3%. Since the highest consistency score in the sensory evaluation of doogh samples and its complete stability compared to the control sample was observed in the sample containing 0.3% chia seed mucilage, this concentration is suggested as the optimal concentration. And in addition, it can be found that the degree of stability increased with the increase in mucilage concentration ($P < 0.05$). Also, The evaluation of the obtained results does not show a significant difference between the sensory attributes of smell, taste, texture, and mouthfeel (tenderness, uniformity or homogeneity, oral viscosity, and mouth coating) and overall acceptance, because in addition to the oral viscosity, the uniformity and homogeneity of the samples were also considered. Therefore, it can be concluded that adding more than the appropriate amount of gum causes the samples to become undesired viscous and makes it unpleasant from the point of view of the consumer, because the presence of high amounts of hydrocolloid from the sample's psyche, which is one of the characteristics of desirability it reduces. In similar researches, the use of high amounts of hydrocolloids have been introduced as reducing the desirability and reported that depending on the type of hydrocolloid used, its appropriate amount to increase the consistency is different (Moeini Feizabadi et al., 2013; Khoshmanzar et al., 2013). The results also show that by increasing the concentration of chia seed gum compared to the control sample, the desirability of the consistency of the samples increases, but this effect decreases at a concentration of 0.5%. The results of the present study show that adding hydrocolloids to doogh causes the zeta potential of the doogh sample to become negative. Due to its anionic nature, chia seed gum has a negative zeta potential (Karamooz et al., 2016). Probably,

chia seed mucilage as an anionic hydrocolloid has been absorbed on the surface of caseins and as a result, spatial and electrostatic repulsion has prevented the particles from approaching each other (Ayerza and Coates, 2005; USDA, 2004). Colloids containing particles with a low zeta potential (positive or negative), in the absence of other inhibiting factors such as high viscosity and spatial hindrance, will have a great ability to clot and aggregate (AOAC, 2005; Mir Majidi et al., 2017). The larger numerical value of the zeta potential in the formulation containing gum means the presence of more repulsive force between the droplets and their less tendency to stick together, which in this case repels each other and makes the system stable (Iran Institute of Standards and Industrial Research, 1991; Hasanpour et al., 2012). Therefore, by increasing the concentration of gum in the samples, the intensity of the charged ions of the samples increased. As a result, the spatial and electrostatic repulsion forces of these samples have shown an important role in stabilization. It could be obtained by increasing the concentration of mucilage, the amount of stability increased, so that there was a significant difference ($P < 0.05$) between the samples and the control sample (without chia seed mucilage). The samples containing 0.3% and 0.5% concentration of chia seed mucilage resulted in 100% stability and the least stability (30%) related to the control treatment at the end of the 28th day. Our findings results are probably due to the polyelectrolyte nature of chia seed gum in 0.5% weight-volume solution (Amiri Eghdai and Alami, 2011). Because the chia seed gum polymer consists of carbohydrates with carboxyl and hydroxyl functional groups (Garjian and Raftani Amiri,

2019). It should also be added that chia seed mucilage did not change much in dry matter, fat and doogh protein content. And as the apparent viscosity of doogh samples containing chia seed mucilage shows, the sample containing 0.5% chia mucilage had a higher apparent viscosity than other samples, and the apparent viscosity of doogh samples decreased with increasing shear rate (Amiri Aghdai et al., 2011).

Conclusion: The results showed that the addition of chia seed mucilage up to a concentration of 0.1% during the 28 day of storage time resulted in a remarkable increase in the stability of doogh samples (62%), and concentrations of 0.3% and 0.5% resulted in complete stability of the samples. The highest apparent viscosity in the samples containing chia seed mucilage is related to the concentration of 0.5 and then 0.3%. Since the highest consistency score in the sensory evaluation of doogh samples and its complete stability compared to the control sample was observed in the sample containing 0.3% chia seed mucilage, this concentration is suggested as the optimal concentration.

بررسی خصوصیات رئولوژیکی و پایداری دوغ حاوی موسیلاژ دانه چیا

محمود کهنه پوشی^۱، الهام آزادفر^۲، دبیر شریفی^۳، احمد تمروسی^۴، ادریس پرتوی^۵ و نگار پیری^۶

^۱ دانشجوی دکتری تخصصی بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

^۲ دکتری تخصصی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران

^۳ دانش آموخته کارشناسی ارشد بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

^۴ دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

^۵ دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

^۶ دانش آموخته کارشناسی ارشد اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، دهگلان، ایران

✉ مسئول مکاتبه: elham_az1313@yahoo.com

چکیده

مشخصات مقاله

زمینه مطالعاتی: یکی از مسایل قابل توجه در دوغ، قوام آن است که نقش بسیار مهمی در بازار پسندی آن دارد. از طرفی امروزه تمایل مصرف کنندگان برای استفاده از مواد ضد میکروبی طبیعی به جای نگهدارنده‌های شیمیایی افزایش پیدا کرده است. هیدروکلوئیدها به‌طور وسیعی برای ایجاد پایداری بافت در محصولات تخمیری اسیدی استفاده می‌شود.

هدف: هدف از این مطالعه بررسی خواص رئولوژیکی و پایداری دوغ حاوی موسیلاژ دانه چیا می باشد. **روش کار:** در این پژوهش اثر موسیلاژ دانه چیا در پایداری دوغ در مدت زمان ۲۸ روز نگهداری در دمای یخچال ۵ درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفت. موسیلاژ دانه چیا در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمارهای شامل غلظت های ۰/۰۱، ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، درصد به دوغ اضافه و دوغ بدون صمغ به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد. سپس ویسکوزیته، مقدار پتانسیل زتا، پایداری، ویژگی‌های حسی و شیمیایی دوغ مورد اندازه گیری قرار گرفت.

نتایج: آنالیز آماری نتایج نشان داد که نمونه های دوغ در غلظت ۰/۵ درصد صمغ، در نرخ برش های پایین نسبت به نمونه شاهد و نمونه های دیگر، گرانروی ظاهری بالاتری داشت. افزودن موسیلاژ دانه چیا موجب تغییرات معنی داری بر اسیدیته قابل تیتراسیون نمونه‌های دوغ گردید.

نتیجه گیری: نمونه های دوغ با غلظت ۰/۳ و ۰/۵ درصد بیشترین پایداری را در طی زمان نگهداری نشان داد. بر اساس نتایج ارزیابی حسی، امتیاز مطلوبیت قوام نمونه ها با افزایش مقدار صمغ تا ۰/۳ درصد نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت اما اختلاف غلظت ۰/۵ درصد با شاهد معنی دار نبود.

نوع مقاله:

علمی پژوهشی

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۲

پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۲

انتشار: ۱۴۰۳/۰۷/۲۹

کلید واژگان:

دوغ، دانه چیا، خواص رئولوژیکی، پایداری

مقدمه

دوغ یکی از نوشیدنی‌های بومی کشور ایران و برخی ملل دیگر از جمله اروپای شرقی، خاورمیانه، آسیا (افغانستان، آذربایجان، ارمنستان، عراق، سوریه، گرجستان و ترکیه) و جزایر بالکان به شمار می‌آید که مصرف آن پیشینه تاریخی زیادی دارد (احتیاطی و همکاران ۲۰۱۳). بر اساس تعریف استاندارد ملی ایران، دوغ ساده نوشیدنی لاکتیکی حاصل از تخمیر شیر است که ماده خشک آن با رقیق کردن ماست یا شیر در فرآیند دوغ سازی تنظیم می‌شود (تاگا و همکاران ۱۹۸۴) و به علت pH پایین، دوغ مستعد رشد کپک‌ها و مخمرها و برخی از باکتری‌ها است که سبب افت کیفیت دوغ و کاهش ماندگاری آن می‌شود (کراجیان ۲۰۰۹). از ویژگی‌های تغذیه‌ای دوغ می‌توان به افزایش ویتامین‌ها و متابولیت‌های مغذی، بهبود جذب کلسیم و قابلیت هضم بیشتر نسبت به شیر اولیه اشاره کرد (سازمان ملی استاندارد ۱۹۷۰). 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، همچنین خواص نهایی محصول از قبیل پایداری، بافت و ظاهر به طور مستقیم به ریز ساختارهای غذایی بستگی دارد (سازمان ملی استاندارد ۱۹۸۶). یکی از عمده ترین مشکلات دو فاز شدن دوغ در زمان نگهداری است که این مسأله به خاطر گرانبوی 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 (نبی زاده و همکاران ۲۰۱۴). هیدروکلوئیدها به‌طور وسیعی برای ایجاد پایداری بافت در محصولات تخمیری اسیدی استفاده می‌شود (خوش منظر و همکاران ۲۰۱۳). 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، هیدروکلوئیدهای دانه ای هنوز به فراوانی به دلیل قیمت مناسب آن‌ها، قابلیت دسترسی آسان و خواص کاربردی استفاده می‌شود (کر می ۲۰۱۷).

دانه چیا با نام علمی *Salvia hispanica L.* یک گیاه سالیانه تابستانی متعلق به خانواده نعنائیان است (سیربی و همکاران ۱۹۹۸). دانه چیا به عنوان یک منبع غنی از پروتئین (۱۸ تا ۲۵ درصد) و فیبر رژیمی (۲۰ تا ۳۷ درصد) تلقی می‌شود. همچنین، دانه چیا دارای (۲۱ تا ۳۳ درصد) روغن می‌باشد که از این میزان (۶۰ تا ۶۳ درصد) آن مربوط به اسید چرب ضروری الفالیونولیک اسید می‌باشد (سازمان ملی استاندارد ۲۰۰۸). این دانه‌ها همچنین حاوی غلظت‌های قابل توجهی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مانند کلروژنیک اسید، کافئیک اسید، میریستین، کوئرستین و کامفرول می‌باشند (سازمان ملی استاندارد ۲۰۰۸ و سلطانی و همکاران ۲۰۱۲).

دانه‌ی چیا حاوی مقادیر زیادی از فیتوسترول‌ها بوده که پیشگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی کمک کرده و دارای اثرات ضد سرطانی، آنتی‌اکسیدانی، باکتری‌کشی و ضد قارچی نیز می‌باشند (کیانی و همکاران ۲۰۰۸ و سلطانی و همکاران ۲۰۱۲). میرزا علیزاده و همکاران (۲۰۱۷)، که این خواص عالی تغذیه‌ای و تکنولوژیکی چیا منجر به استفاده نوآورانه از آن در محصولات غذایی شده است (سیربی و همکاران ۱۹۹۸ و بهروزیان و همکاران ۲۰۱۴).

تاکنون، پژوهش‌های مختلفی در زمینه استفاده از هیدروکلوئیدها در پایداری دوغ انجام گرفته است. در تحقیق عقدایی و اعلمی در سال ۱۳۹۰ بر روی تأثیر موسیلاژ دانه‌ی ریحان بر ویژگی‌های رئولوژیکی و پایداری دوغ نشان داد که با افزایش غلظت موسیلاژ، میزان ویسکوزیته افزایش می‌یابد و بیشترین و کمترین میزان پایداری به ترتیب در نمونه‌های حاوی ۰/۰۵ درصد موسیلاژ (۸۵ درصد) و نمونه کنترل (۵۲ درصد) مشاهده شد (ناجی و همکاران ۲۰۱۲).

در تحقیق گرجیان و امیری در سال ۱۳۹۷ بر روی تأثیر موسیلاژ دانه شاهی بر پایداری و خواص رئولوژیکی دوغ بدون چربی نشان داد که نمونه‌های دوغ با غلظت ۰/۳ و ۰/۵ درصد بیشترین پایداری را در طی زمان نگهداری دارد. همچنین براساس نتایج آن‌ها ارزیابی حسی، امتیاز مطلوبیت قوام نمونه‌ها با افزایش مقدار صمغ تا ۰/۳ درصد نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت، اما اختلاف غلظت ۰/۵ درصد با شاهد معنی‌دار نبود و با توجه

۶۰°C خشک و آسیاب شد و در شرایط خشک و خنک نگهداری شد (دی ساپیو و همکاران ۲۰۱۲).

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 ۳/۲ درصد باشد. در مرحله بعد به میزان ۴۰ درصد از فرمولاسیون دوغ، برای تهیه نمونه های دوغ، ماست ترش به مخلوط پایدارکننده و نمک اضافه شد. در نهایت دوغ حاصله با دستگاه همگن ساز اوالتراتوراکس (سری ساخت S ۱۵۵۰۷۳، ساخت کشورمالزی) با سرعت ۱۱۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ ثانیه در دمای ۶۰°C همگن شد (آیرزا و کوتس ۲۰۰۵ و ناجی و همکاران ۲۰۱۲).

اندازه گیری میزان پایداری دوغ

به منظور تعیین میزان دو فاز شدن دوغ از استوانه های مدرج ۵۰ میلی لیتری استفاده شد. بدین صورت که به مقدار ۵۰ میلی لیتری دوغ درون استوانه ها ریخته و با ورق آلومینیوم درب بندی شد و پس از ۲۸ روز نگهداری میزان پایداری آن بر حسب درصد با استفاده از فرمول زیر تعیین شد (ناجی و همکاران ۲۰۱۲).

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

لازم به ذکر است که لوله ها و درب پوشش های 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 (سازمان ملی استاندارد ۱۹۸۶ و ناجی و همکاران ۲۰۱۲).

اندازه گیری ویژگی های شیمیایی دوغ

اندازه گیری pH طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ به کمک دستگاه pH متر (مدل S ۳۵۰ ساخت کشور آلمان)، اندازه گیری ماده خشک طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۶۳۷ به کمک دستگاه آون (شرکت ممرت ساخت کشور آلمان) تعیین شد، اندازه گیری چربی مطابق

به نتایج حاصل، موسیلاژ دانه شاهی در سطح ۰/۳ درصد غلظت بهینه ای در پایداری دوغ بوده است (کوکسوی و کیلیچ ۲۰۰۴). در مطالعه چهار دولی و همکاران در سال ۱۳۹۶ بر روی تاثیر جایگزینی چربی با موسیلاژ دانه چیا بر ویژگی های رئولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و حسی دریافتند که با افزایش سطح جایگزینی موسیلاژ دانه چیا، میزان مقبولیت نمونه ها کاهش یافت و بر اساس نتایج آن ها جایگزینی چربی در فرمولاسیون کیک با موسیلاژ دانه چیا تا سطح ۲۰ درصد (حاوی ۰/۵ درصد موسیلاژ چیا) موجب حفظ خصوصیات کاربردی و حسی محصول می گردد و این تیمار به عنوان تیمار برتر معرفی شد (USDA, 2004).

هدف از این پژوهش، بررسی اثر موسیلاژ دانه چیا در غلظت های نمونه شاهد ۰/۱، ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵ بر پایداری، خواص رئولوژیکی و خصوصیات حسی دوغ و یافتن بهترین غلظت موسیلاژ دانه چیا برای بیشترین پایداری در طول دوره نگهداری نمونه های دوغ بوده است.

مواد و روش ها

مواد اولیه مورد استفاده در این پژوهش، دانه چیا (فروشگاه گیاهان دارویی شهرستان سبزوار)، ماست (۰/۵ درصد چربی با اسیدیته ۱۳۴ درجه دورنیک) از شرکت فرآورده های لبنی صباح قوچان تهیه شد.

روش آماده سازی نمونه ها جهت استخراج موسیلاژ دانه چیا جهت استخراج موسیلاژ دانه چیا از روش بهینه سازی استفاده شد. دانه 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 استخراج کننده (آب میوه گیر خانگی مدل پارس خزر ساخت کشور ایران) جدا شد. صمغ ها در نهایت از دانه جدا شده، مخلوط آبکی صمغ با آون مدل ممرت ساخت کشور آلمان در دمای

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها توسط ۱۰ نفر داور آموزش دیده از دانشجویان کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد واحد سبزوار (پنلیست‌های خانم) 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 نشان دهنده نامطلوب‌ترین نمونه است ارزیابی کنند (چیف‌تچی و همکاران ۲۰۱۲).

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، ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، موسیلاژ دانه چیا) از آزمون دانکن با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ رسم شدند.

نتایج و بحث

تأثیر افزودن غلظت‌های مختلف هیدروکلوئید بر

ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های دوغ

تجزیه و تحلیل آماری آنالیز شیمیایی دوغ مخلوط شده با موسیلاژ دانه چیا در مقایسه با نمونه کنترل پس از فرایند تهیه در جدول (۱) قابل مشاهده است. این جدول نشان می‌دهد که اسیدیته نمونه‌ها در غلظت‌های ۰/۳، ۰/۵ صمغ دانه در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ولی pH، تغییرات معنی‌داری نداشت ($P < 0/05$).

استاندارد ملی ایران به شماره ۳۸۴، اندازه‌گیری نمک مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۶۹۴ انجام گرفت. به منظور تعیین میزان پروتئین دوغ در این پژوهش از روش فرمل (AOAC، ۲۰۰۵) استفاده شد (اورستی و همکاران ۲۰۰۳ و نیلسون و همکاران ۲۰۰۶ و فروغی نیا و همکاران ۲۰۰۷ و عباسی و همکاران ۲۰۱۰).

رفتار جریان و اندازه‌گیری ویسکوزیته ظاهری دوغ

آزمون ویسکوزیته ظاهری دوغ با استفاده از دستگاه رئومتر چرخشی (مدل ۳۰۱ Physical MSR شرکت آنتون پار ساخت کشور اتریش) انجام شد. برای تنظیم دما سیستم Peltier Plate با حساسیت $\pm 0/01$ مجهز به سیرکولاتور آب به کار رفت. به منظور همگن سازی نمونه‌ها و جلوگیری از ته‌نشینی آن، نمونه‌ها قبل از انجام آزمون با نرخ برش ۱-۲۰۰ s⁻¹ به مدت ۲۰ ثانیه توسط دستگاه همزده شد. برای انجام آزمون‌های رئولوژیک پایا نمودارهای گرانروی ظاهری در مقابل نرخ برش ۱-۱ s⁻¹ تا ۱-۱۰۰۰ s⁻¹ برای همه نمونه‌ها در روز ۲۸ توسط دستگاه به دست آمد (آلونسو-کالدرون و همکاران ۲۰۱۳).

اندازه‌گیری پتانسیل زتا

برای تعیین پتانسیل زتای نمونه‌های دوغ از دستگاه زتا سائزر (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 ۲۸ ام انجام شد (آیرزا و کوتس ۲۰۰۵).

Table1- The results of chemical evaluation of freshly prepared Doogh samples

Traits	Chia 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.

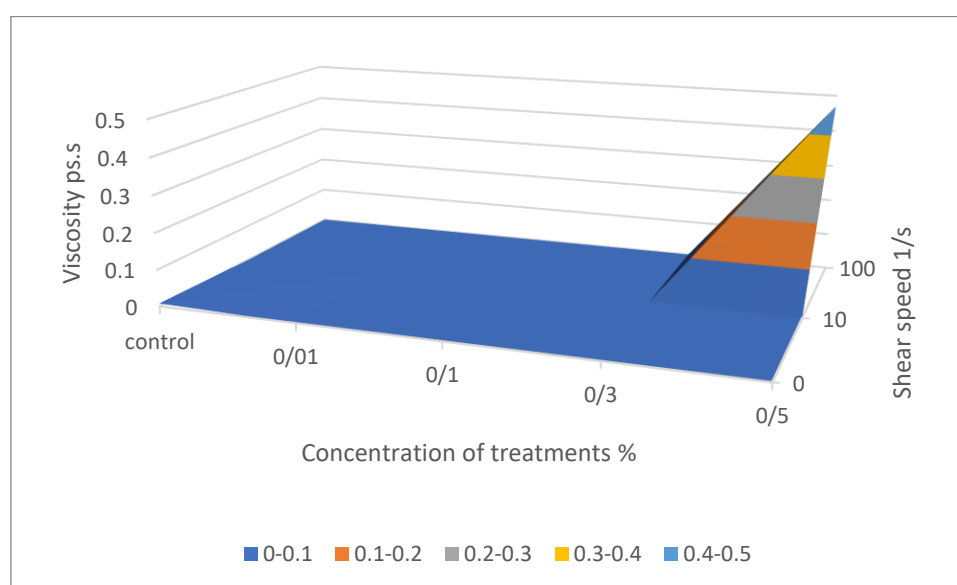


Figure 1- Apparent viscosity curve for different types of doogh samples

برش‌های پایین نسبت به نمونه شاهد (بدون موسیلاژ) و نمونه‌های دیگر، گرانروی ظاهری بالاتری داشت. همچنین این شکل نشان می‌دهد که ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های دوغ با افزایش سرعت برشی، کاهش می‌یابد که در واقع این مطلب بیانگر رفتار غیرنیوتنی (رقیق شونده با برش) است.

تأثیر افزودن غلظت‌های مختلف هیدروکلوئید بر ویسکوزیته نمونه‌های دوغ گرانروی ظاهری نمونه‌های دوغ حاوی موسیلاژ دانه چیا در شکل (۱) نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مشخص است، نمونه حاوی ۰/۵ درصد موسیلاژ چیا در نرخ

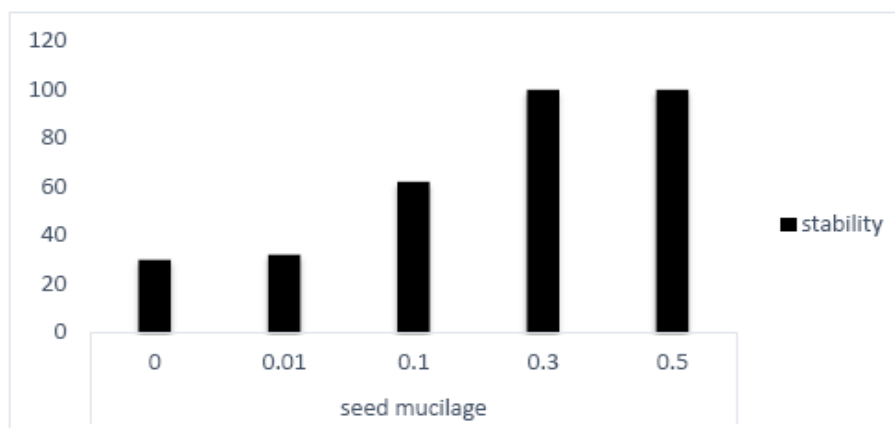


Figure 2- Stability of prepared doogh under the influence of different treatments on the 28th day of storage

درصد پایداری و کمترین پایداری (۳۰ درصد) مربوط به تیمار شاهد در پایان روز ۲۸ ام بود.

تأثیر انواع هیدروکلوئیدها بر ویژگی های حسی دوغ

ارزیابی نتایج بدست آمده در جدول (۲) تفاوت معنی داری بین صفات حسی بو، مزه، بافت و احساس دهانی (لطافت، یکنواختی یا همگن بودن، گرانروی دهانی و دهان پوشی) و پذیرش کلی را نشان نمی دهد. نتایج همچنین نشان می دهد که با افزایش غلظت صمغ دانه چیا نسبت به نمونه شاهد مطلوبیت قوام نمونه‌ها افزایش اما در غلظت ۰/۵ درصد این اثر کاهش می یابد.

درصد پایداری تیمارهای نگهداری در یخچال

شکل (۲) بیانگر بررسی درصد پایداری نمونه‌های دوغ حاوی موسیلاژ دانه چیا با غلظت‌های مختلف (۰، ۰/۱، ۰/۳، 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 معنی دار ($P < 0.05$) میان نمونه‌ها و نمونه شاهد (بدون موسیلاژ دانه چیا) بود. نمونه‌های حاوی غلظت ۰/۳ و ۰/۵ درصد موسیلاژ دانه چیا موجب ۱۰۰

Table 2- The results of sensory evaluation of doogh samples on the 28th day of storage

Traits	Chia seed mucilage%				
	Control (0)	0.01	0.1	0.3	0.5
Consistency	2.75 ± 0.35 ^c	2.75 ± 0.23 ^c	3.32 ± 0.27 ^b	4.04 ± 0.41 ^a	2.75 ± 0.38 ^c
Texture	3.32 ± 1.13 ^a	3.61 ± 1.01 ^a	3.61 ± 0.63 ^a	3.90 ± 1.05 ^a	3.04 ± 1.24 ^a
Oral sensory	2.90 ± 0.39 ^a	2.37 ± 0.43 ^a	2.27 ± 0.27 ^a	3.18 ± 0.33 ^a	2.70 ± 0.31 ^a
Taste	3.22 ± 0.31 ^a	3.04 ± 0.38 ^a	2.89 ± 0.39 ^a	2.89 ± 0.31 ^a	2.89 ± 0.43 ^a
Smell	3.22 ± 0.30 ^a	2.75 ± 0.31 ^a	3.08 ± 0.08 ^a	2.80 ± 0.31 ^a	2.73 ± 0.40 ^a
Overall acceptance	3.08 ± 0.21 ^a	2.91 ± 0.29 ^a	3.30 ± 0.19 ^a	3.23 ± 0.49 ^a	3.00 ± 0.55 ^a

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

(نمونه شاهد) دارای پتانسیل زتای مثبت است و افزودن هیدروکلوئیدها به دوغ موجب منفی شدن پتانسیل زتا نمونه دوغ گردید.

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

تحقیقات سایر پژوهشگران موسیلاژ دانه ریحان باعث افزایش سرعت برشی شد (امیری عقدایی و همکاران، ۲۰۱۱).

صمغ دانه چیا از نظر رفتار جریان دارای خصوصیات رقیق شونده با برش است که سودوپلاستیسته آن با افزایش غلظت و دما افزایش می‌یابد با افزایش غلظت، ویسکوزیته صمغ دانه چیا به دلیل افزایش محدودیت رانش مولکولی در اثر درگیری بین زنجیرهای پلیمری افزایش می‌یابد (کرمی ۲۰۱۷). 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 (دی ساپیو و همکاران ۲۰۱۲). هنگام توصیف گرانیوی مایعات، تمیز دادن رفتار نازک برشی (شبه پلاستیک)، که در آن گرانیوی برای مدتی پس از هم زدن، کاهش می‌یابد، مفید است. (گرجیان و رفتانی امیری ۲۰۱۹). کاهش ویسکوزیته در نقاط ابتدایی به دلیل از بین رفتن باندهای بین مولکولی شدیدتر بوده و سپس به آرامی کاهش می‌یابد (چیفیتیچی و همکاران ۲۰۱۲). کاهش تغییرات ویسکوزیته همزمان با افزایش سرعت برشی را می‌توان به کاهش اندازه توده های کلوئیدی موجود در نمونه نسبت داد (چیفیتیچی و همکاران ۲۰۱۲). نتایج مشابه ای توسط قربانی گرجی و همکاران (۱۳۹۰) و امیرعقدایی و عالمی (۱۳۹۰) نیز گزارش شده است (آلونسو-کالدرون و همکاران ۲۰۱۳ و ناجی و همکاران ۲۰۱۲).

در خصوص پایداری نمونه‌های دوغ حاوی موسیلاژ دانه چیا نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش غلظت موسیلاژ میزان پایداری افزایش می‌یابد. همانگونه که می‌دانیم، تعامل بین پروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدها نقش مهمی در ساختمان و تثبیت بیشتر فرآیندهای غذایی دارد (قربانی گرجی و همکاران ۲۰۱۱). هیدروکلوئیدها به دلیل توانایی آن‌ها در اتصال با گروه‌های هیدروکسیل آب به محصولات پروتئینی اضافه می‌شوند (آذری کیا و همکاران ۲۰۰۹). به همین دلیل می‌توان گفت که افزایش در میزان پایداری نمونه‌های دوغ با افزایش غلظت موسیلاژ، مربوط به افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته و به دام افتادن

Table3- Investigating the effect of zeta potential on the stability of doogh samples on the 28th day of storage

Chia seed mucilage %					
Traits control (0)	0.01	0.1	0.3	0.5	-
Zeta potential (mV)	5.29	-	-	-	-
		1.23	4.06	12	17

بحث

اسیدیته و pH یکی از مهم ترین عوامل شیمیایی در پایداری و طعم دوغ است. در مورد یافته های این تحقیق که اسیدیته و pH موسیلاژ دانه چیا در مقادیرهای (۰، ۰.۰۱، ۰.۱، ۰.۳، ۰.۵ درصد)، مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان دهنده ی آن است که اسیدیته نمونه های دوغ با موسیلاژ دانه چیا کاهش می‌یابد اما تغییرات pH معنادار نبود. این یافته ها با بررسی های نبی-زاده و همکاران (۱۳۹۲) همخوانی داشت. که نشان دادند اسیدیته نمونه های دوغ با افزایش صمغ زدو به طور معنی داری افزایش یافت ولی pH تغییرات معنی داری نداشت ($P < 0.05$) (چاردولی و همکاران ۲۰۱۹). همچنین کارآموز و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که صمغ گوار تأثیر معنی داری بر pH نمونه های مختلف دوغ نسبت به نمونه شاهد در طی یک ماه نگهداری ندارد (بهنیا و همکاران ۲۰۱۴). این نتایج احتمالاً به دلیل طبیعت پلی الکترولیتی صمغ دانه چیا در محلول ۰/۵ درصد وزنی-حجمی می‌باشد (امیری عقدایی و عالمی ۲۰۱۱)؛ زیرا که پلیمر صمغ دانه چیا متشکل از کربوهیدرات با گروه های عملگر کربوکسیل و هیدروکسیل است (گرجیان و رفتانی امیری ۲۰۱۹).

همچنین باید اضافه کرد که موسیلاژ دانه چیا تغییر چندانی در ماده خشک، چربی و میزان پروتئین دوغ نداشته است. و همانطور که گرانیوی ظاهری نمونه های دوغ حاوی موسیلاژ دانه چیا نشان می‌دهد نمونه حاوی ۰/۵ درصد موسیلاژ چیا نسبت به سایر نمونه ها ویسکوزیته ظاهری بالاتری داشت و ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های دوغ با افزایش سرعت برشی، کاهش می‌یابد. در همین راستا در

زتای منفی است (کارآموز و همکاران ۲۰۱۶). احتمالاً موسیلاژ دانه چیا به عنوان یک هیدروکلوئید آنیونی جذب سطح کازئین ها شده و در نتیجه، دافعه فضایی و الکترواستاتیک از نزدیک شدن ذرات به یکدیگر جلوگیری کرده است (آیرزا و کوتس ۲۰۰۵ و USDA ۲۰۰۴). 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 (AOAC ۲۰۰۵ و میر مجیدی و همکاران ۲۰۱۷). بزرگتر بودن مقدار عددی پتانسیل زتا در فرمولاسیون حاوی صمغ، به معنای وجود نیروی دافعه 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 می شود (سازمان ملی استاندارد ۱۹۹۱ و هاشمپور و همکاران ۲۰۱۲). بنابراین با افزایش غلظت صمغ در نمونه ها، شدت یون های شارژ شده نمونه ها افزایش یافت. در نتیجه نیروهای دافعه فضایی و الکترواستاتیک این نمونه ها بیشتر و نقش مهمی در پایداری سازی نشان داده است.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد، افزودن موسیلاژ دانه چیا تا غلظت ۰/۱ درصد در روز ۲۸ زمان نگهداری موجب افزایش چشمگیر پایداری نمونه های دوغ (۶۲ درصد) و غلظت ۰/۳ و ۰/۵ درصد باعث پایداری کامل نمونه ها شد. بیشترین گرانروی ظاهری در نمونه های حاوی موسیلاژ دانه چیا مربوط به غلظت ۰/۵ و سپس ۰/۳ درصد است. از آنجا که بیشترین امتیاز قوام در ارزیابی حسی نمونه های دوغ و هم چنین پایداری کامل آن نسبت به نمونه شاهد در نمونه حاوی ۰/۳ درصد موسیلاژ دانه چیا مشاهده شد، این غلظت به عنوان غلظت بهینه پیشنهاد می شود.

میسسل های کازئین می باشد. هیدروکلوئیدهای اضافه شده به ویژه در غلظت های بالا یک شبکه هیدروکلوئیدی در سراسر دوغ پدید می آورند که آب و کازئین ها در این شبکه به دام افتاده و در نتیجه، از جداسازی سرمی جلوگیری می شود (لقایی و زمردی ۲۰۱۵). البته عوامل گوناگونی نظیر درصد ماده خشک، میزان چربی و عوامل مکانیکی نظیر همگن سازی نیز بر میزان پایداری و ویژگی های رئولوژیکی دوغ تأثیرگذار خواهد بود (ناجی و همکاران ۲۰۱۲). فروغی نیا و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که صمغ کتیرا در غلظت ۰/۳ درصد موجب پایداری کامل دوغ گردید. شاید بتوان دوغ پایدار شده را به عنوان نوعی نوشیدنی با گرانروی بالا معرفی کرد (لقایی و زمردی ۲۰۱۵). محققان بیان کرده اند که با ایجاد تغییراتی در فرمولاسیون نوشیدنی اسیدی سنتی می توان فرآورده های جدیدی مطابق با ذائقه نسل جوان تهیه کرد (کراجیان ۲۰۱۰). مطالعه حاضر نشان داد که در ارزیابی احساس دهانی نمونه های دوغ تفاوت معنی داری بین نمونه ها و کنترل مشاهده نشد، به دلیل اینکه علاوه بر گرانروی دهانی، یکنواختی و همگن بودن نمونه ها هم در نظر گرفته شد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که اضافه کردن بیشتر از حد مناسب صمغ، سبب ویسکوز شدن نامطلوب نمونه ها و ناخوشایند شدن آن از نظر مصرف کننده می شود، چرا که وجود مقادیر بالای هیدروکلوئید از روانی نمونه که یکی از مشخصه های مطلوبیت آن است می کاهد. در تحقیقات مشابه، استفاده از مقادیر بالای هیدروکلوئیدها به عنوان کاهش دهنده مطلوبیت معرفی شده و گزارش کرده اند که بسته به نوع هیدروکلوئید مورد استفاده، میزان مناسب آن برای افزایش قوام متفاوت است (معینی فیض آبادی و همکاران ۲۰۱۳ و خوش منظر و همکاران ۲۰۱۳). نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد که افزودن هیدروکلوئیدها به دوغ موجب منفی شدن پتانسیل زتا نمونه دوغ می شود. صمغ دانه چیا با توجه به ماهیت آنیونی آن دارای پتانسیل

References

- احتیاطی ع، شهیدی ف، محبی م و یاورمنش م. ۱۳۹۳ ارزیابی تاثیر کشت های آغازگر تولید کننده WPC و EPS بر برخی خواص فیزیکی دوغ مجله تحقیقات علوم و صنایع غذایی ایران، ۹(۴)، ۲۹۵-۳۰۳.
- آذری کیا ف، عباسی س و عزیزی م ح، ۱۳۸۷، بررسی کارایی و سازوکار برخی ترکیبات هیدروکلونیدی در جلوگیری از دو فاز شدن دوغ، ۴(۱)، ۱۱-۲۲.
- امیری عقدایی س س و اعلمی م، ۱۳۸۹، تاثیر موسیلاژ دانه ریحان بر ویژگی های رئولوژیکی و پایداری دوغ، ۳(۳)، ۱۷-۲۴.
- بهنیا ع، کرازیان ح، نیازمند ر، و محمدی نافچی ع ر، ۱۳۹۳، تأثیر صمغ بذر شاهی بر خواص رئولوژیکی و بافتی ماست کم چرب تحقیق و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۳(۳)، ۲۵۵-۲۶۶.
- چهاردولی م، اسداللهی س و خورشیدپور ب، ۲۰۱۹، تأثیر جایگزینی چربی با موسیلاژ چیا (*Salvia hispanica L*) بر ویژگی های رئولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و حسی کیک روغنی مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۵(۸۵)، ۲۹۱-۳۰۳.
- حسن پور ف، حسینی س ه، مطلبی ع و درویش ف ۱۳۹۱ تأثیر کنسانتره پروتئین سویا و صمغ زانتان بر خواص فیزیکی ماهی کپور نقره ای سوریمی (*Hypophthalmichthys molitrix*) مجله علوم شیلات ایران، ۱۱(۳)، ۵۱۸-۵۳۰.
- خوش منظر م، قنبرزاده ب، همیشه کار ح، سویتی م، و رضایی مکر م ر ۱۳۹۲ بررسی پارامترهای موثر بر اندازه ذرات، پتانسیل زتا و خواص رئولوژیکی پایدار سیستم کلونیدی بر اساس کارازینان-کازینات نانو ذرات مجله پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۱(۴)، ۲۵۵-۲۷۲.
- سازمان ملی استاندارد ایران ۱۳۸۶ دوغ-مشخصات و آزمایش <http://www.isirio.org/portal/files/std/2453>
- عباسی ا، شیرازی ن و فرشادفر ش، ۱۳۸۸، اثر صمغ گوار بر بافت و فراریت اسانس های اضافه شده به دوغ ایرانی ۱(۳)، ۳۱-۳۹.
- فروغی نیا، س، عباسی، س و حمیدی اصفهانی، ز ۱۳۸۶ تأثیر افزودن انفرادی و ترکیبی صمغ های سالپ، کتیرا و گوار بر تثبیت دوغ ایرانی مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۲(۲)، ۱۵-۲۵.
- قربانی گرجی ا، محمدی فر م ع، عزت پناه ح، و مرتضویان ع ر. ۱۳۹۰ تأثیر سه نوع کتیرا صمغ ایرانی بر خواص رئولوژیکی و تثبیت دوغ بدون چربی، نوشیدنی ماست ایرانی مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۶(۲)، ۳۱-۴۲.
- کارآموز، ن، محمدی ثانی، ع، و رشیدی، ح ۱۳۹۵ تأثیر افزودن ژلان، کتیرا و پکتین با متوکسیل بالا بر تثبیت دوغ، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۵۲(۱۳)، ۹۱-۹۹.
- کرجیان ح. ۱۳۸۹ ماهیت پلی الکترولیت صمغ دانه شاهی مجله تحقیقات علوم و صنایع غذایی ایران، ۶(۱)، ۳۷-۴۳.
- کریمی م. ۱۳۹۵ تأثیر پکتین، AMD و صمغ لوبیا ملخ بر پایداری و کدورت دوغ با طعم دودی مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۶۳(۱۴)، ۲۴۳-۲۴۹.
- کرجیان ح و رفتانی امیری ز. ۲۰۱۹ تأثیر موسیلاژ دانه شاهی بر تثبیت و خواص رئولوژیکی دوغ بدون چربی مجله پژوهشی صنایع غذایی، ۲۹(۳)، ۱۴۵-۱۵۶.
- لقایی ل، و زمردی ش. ۱۳۹۴ تأثیر برخی صمغ ها بر پایداری و خواص کیفی دوغ تولید شده با فناوری ژل سیال با استفاده از روش سطح پاسخ (RSM) مجله تحقیقات صنایع غذایی، ۲۶(۱)، ۲۳-۳۵.
- معینی فیض آبادی ع، کرازیان ح و مهدیان ه. ۱۳۹۲ ویژگی های رئولوژیکی و بافتی سس مایونز از جمله صمغ بذر شاهی مجله نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۵(۳)، ۵۶-۶۴.

- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۳۷۰ اندازه گیری چربی شیر استاندارد ملی ایران، ۳۸۴، ۳-۱.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۳۸۷ شیر و فرآورده های آن، تعیین اسیدیته و pH استاندارد ملی ایران، ۲۸۵۲، ۱۳-۱.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۳۸۹ تعیین ماده خشک استاندارد ملی ایران، ۶۳۷، ۳-۱.
- میرزا علیزاده ع، تاجکی ج، ساطی ن، زمانی ع ع، و حجازی جلال. ۱۳۹۶ ارزیابی خصوصیات شیمیایی و میکروبی نوشیدنی و شیر فرآورده های ماست پاستوریزه در استان زنجان طی سال های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳ فناوری و تغذیه، ۱۴(۲)، ۱۱۵-۱۲۲.
- میرمجیدی ع، عباسی س، حمیدی اصفهانی ز، عزیزی م ح. ۱۳۹۶ تأثیر امولسیفایرها و صمغ های موضعی بر تشکیل، برخی خواص فیزیکی و رئولوژیکی نانوامولسیون های اسانس پوست پرتقال مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۶۰(۱۳)، ۲۴-۱۱.
- نبی زاده ف، خسروشاهی اصل ع و زمردی ش. ۱۳۹۳ بررسی تأثیر استفاده از تراوای حاصل از غلظت شیر به روش اولترافیلتراسیون و صمغ زدایی بر خصوصیات کیفی دوغ مجله تحقیقات صنایع غذایی، ۴(۲۳)، ۵۸۰-۵۶۷.
- Alonso Calderón A, Chávez Bravo E, Rivera A, Montalvo Paquini C, Arroyo Tapia R, Monterrosas Santamaria M, Jiménez Salgado T, and Tapia Hernández A 2013, Characterization of black chia seed (*Salvia hispanica* L) and oil and quantification of β -sitosterol *International Research Journal of Biological Sciences*, 2(1), 70-72.
- AOAC 2005 Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Arlington Association of Official Analytical Chemists 2, 802-833.
- Ayerza R and Coates W, 2005 Chia: rediscovering a forgotten crop of the Aztecs University of Arizona Press, 63-72.
- Behrouzian F, Razavi S M A and Phillips GO, 2014 Cress seed (*Lepidium sativum*) mucilage, an overview *Bioactive carbohydrates and dietary fibre*, 3(1), 17-28.
- Ciftci ON, Przybylski R and Rudzińska M, 2012 Lipid components of flax, perilla, and chia seeds *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114 (7): 794-800.
- Di Sapio O, Bueno M, Busilacchi H, Quiroga M and Severin C, 2012 Morphoanatomical characterization of *Salvia hispanica* L (LAMIACEAE) leaf, stem, fruit and seed *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 11(3), 249-268.
- 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.
- Koksoy A & Kilic M, 2004 Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran *Food hydrocolloids*, 18(4), 593-600.
- Naji S, Razavi S MA and Karazhiyan H, 2012 Effect of thermal treatments on functional properties of cress seed (*Lepidium sativum*) and xanthan gums: A comparative study *Food Hydrocolloids*, 28(1), 75-81 .
- Nilsson L E, Lyck S and Tamime A Y, 2006 Production of rinking products In: Tamime, A, Ed, Fermented Milks, Blackwell Science, Oxford, Vol 5, 96-98.
- Soltani M, Dilek S A Y and Güzeler N, 2012 Production and quality characteristics of "Doogh" *Akademik Gıda*, 10(4), 50-53.
- Syrbe A, Bauer WJ and Klostermeyer HJ, 1998 Polymer science concepts in dairy systems—an overview of milk protein and food hydrocolloid interaction *International dairy journal*, 8(3), 179-93.
- Taga MS, Miller EE and Pratt DE, 1984 Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 61(5), 928-31.
- 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.
- USDA, 2004 National Nutrient Database for Standard Reference Nutrient Data Laboratory Home Page, Ed US Department of Agriculture, Agricultural Research Service <https://plants.usdagov>.