بررسی تأثیر امواج فراصوت قدرتی بر ویژگی‌های فیزیکی–شیمیایی و درصد پایداری نوشیدنی دوغ

محمد ابونجمی[1*]، سیامک شمس حقیقت آذری[2]، حسین میر سعید قاضی[3]

۱- دانشیار گروه مهندسی فنی کشاورزی ، پردیس ابوریحان ، دانشگاه تهران
۲- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد گروه مهندسی فنی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۳- دانشیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، پردیس ابوریحان ، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۹٦/۰٤/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹٦/۱۰/۲۷)

چکیده

استفاده از امواج فراصوت قدرتی با توجه به مزیت‌های آن درکاهش زمان مورد نیاز برای فرآیندهای صنایع غذایی و بهبود در ویژگی‌های کیفی محصول در مقایسه با روش‌های مرسوم مورد توجه روز افزون می‌باشد. در این پژوهش، تاثیر امواج فراصوت درتوان‌های ۲۰۰، ۳۰۰، ٤۰۰ و ۵۰۰وات، زمان‌های موج دهی ۱۵ و ۳۰ دقیقه و دمای نگهداری٤ و۲۸ درجه سانتی‌گراد بر pH، کدورت، درصد چربی، درصد پروتئین و درصد پایداری نوشیدنی دوغ ارزیابی شد. نتایج نشان داد که با افزایش توان و زمان تیمار، pH دوغ در مقایسه با تیمارکنترل کاهش بیشتری داشت و کدورت نمونه‌ها در توان ٤۰۰ وات و دمای٤ درجه سانتی‌گراد کمتر از کدورت سایر نمونه‌ها بود. در ارتباط با درصد چربی نمونه‌ها یفرآیند شده تفاوت معنی‌داری با نمونه کنترل مشاهده نگردید. نمونه‌های تیمار شده با امواج فراصوت در مقایسه با نمونه کنترل، پایداری بالاتری داشت و با افزایش توان و زمان اعمال امواج فراصوت، پایداری افزایش چشم‌گیریافت. با توجه به یافته‌های این بررسی تیمار بهینه در توان ٤۰۰ وات در زمان ۳۰ دقیقه در دمای ۲۸ و ٤ درجه سلسیوس بود و دوغ تیمار شده بیشترین پایداری را دارا بود.

کلید واژگان: امواج فراصوت، درصد پایداری، دوغ، ویژگی‌های فیزیکی–شیمیایی

*مسئول مکاتبات: abonajmi@ut.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

۱- مقدمه

نوشیدنی دوغ علاوه بر ایران در افغانستان، آذربایجان، ارمنستان، عراق، سوریه، بلغارستان، ترکیه و جزایر بالکان و به مقدار کمتر در کشورهای خاورمیانه و آسیای مرکزی به مصرف می‌رسد. دوغ مغذی و نشاط‌آور بوده، محصولات مشابه درکشورهای دیگر به عنوان مثال، شیر ترش[1] در آلمان، لاسی[2] در هند، آیران[3] در ترکیه و نوشیدنی لبن[4] در بیشتر کشورهای عربی در دسترس هستند. این نوشیدنی‌ها در محتوای آب افزوده شده، مقدار چربی و نمک، ویژگی‌های رئولوژیکی و طعم، با دوغ تفاوت‌هایی دارند[۱]. در حال حاضر، دوغ از مقبولیت و مصرف بالا در ایران برخوردار بوده و مصرف سرانه و تولید صنعتی آن در سال‌های اخیر رشد قابل توجهی داشته است. طبق آمار فائو (۲۰۱۳) سرانه مصرف لبنیات در کشورهای اروپایی حدود ۳۰۰ کیلوگرم است در صورتی‌که مصرف سرانه در ایران تنها ۹۰-۸۰ کیلوگرم می‌باشد. به عبارت دیگر ایران بالاترین سرانه مصرف نوشابه را در جهان دارد اما از نظر میزان مصرف لبنیات در انتهای جدول جهانی است[۲].

جداییسرمدر دوغ[5] از معایب اصلی در زمان نگهداری و انبارداری است. این جدایی از لایه پایینی که لایه غنی از کازئین است و لایه بالایی که سرم شفاف است تشکیل شده است [۱]. اسیدی شدن تا مقادیر pH کمتر از نقطه ایزوالکتریک پروتئین شیر، ایجاد توده اولیه ژل کرده که متعاقباً باعث تشکیل ساختمان تودهایمحکمیمی‌شود[۳]. هم‌زدن ماست باعث شکستن شبکه ژل شده و ساختارهای توده‌ای ایجاد می‌کند. در مراحل تهیه دوغ این توده‌ها با وجود افزودن آب همچنان وجود دارند اما آنها بیشتر جدا شده و بیشتر تحت تاثیر جاذبه زمین ته نشین شده و باعث کاهش پایداری توده می‌شود. بعلاوه حضور نمک در این نوع از نوشیدنی موجب تشدید جدایی سرم می‌شود[٤].

یکی از روش‌های جلوگیری از دو فازه شدن دوغ استفاده از هیدروکلوئیدها می‌باشد که از طریق واکنش با کازئین‌ها و افزایش ویسکوزیته و ایجاد بار الکتراستاتیک و دافعه ایجاد شده بین آنها، مانع از جدایی سرم در محصولات تخمیری شیر می‌شود [۱، ٤، ٥، ٦]. افزودن هیدروکلوئیدها (ثعلب، کتیرا، گوار) به دلیل ایجاد شبکه و به دام افتادن آب و کازئین‌ها در این شبکه، از جداسازی سرم جلوگیری می‌کند [۷]. استفاده از هیدروکلوئیدها باعث ایجاد طعم ناخوشایند در دوغ می‌شود که این خود یک عامل محدودکننده در استفاده از این روش می‌باشد [٥].

کاربرد امواج فراصوت در دهه اخیر به عنوان یک ابزار موثر در تولید امولسیون، هموژنیزاسیون، استخراج، کریستالیزاسیون، پاستوریزاسیون در دمای پایین، ضدکف، غیرفعال‌سازی و فعال‌سازی آنزیم‌ها و میکروب‌ها، کاهش اندازه ذرات و تغییر گرانروی و انتقال گرما و فیلتراسیون مورد استفاده بوده است [۸، ۹]. در ضمن، کارایی امواج فراصوت در هموژنیزاسیون شیر به اثبات رسیده و نتیجه بهتری در مقایسه با هموژنایزرهای مرسوم داشته است [۱۰].

اصولاً امواج فرا صوت از طریق پدیده حفره‌گی (کاویتاسیون) با ایجاد حباب در سیال به شکل مکانیکی سببکوچک‌تر شدن اندازه ذراتمی‌شود. درسیستم‌های ناهمگنی مثل شیر و دوغ، بیشتر تاثیرات مکانیکی امواج فراصوت به حفره‌گی پایدار و ناپایدار نسبت داده می‌شود. درضمن از هم پاشیدن حباب‌های حاصل از حفره‌گی، گرمای محلی شدید و فشار بالایی تولید می‌کنند که این تنش‌ها و از هم پاشیدن مکرر حباب‌ها به دیواره سلولی آسیب می‌رسانند. این آسیب‌های شدید، تنش-های مکانی و زود گذری را بر سطح ذرات ایجاد می‌کنند که به قطعه قطعه شدن ذرات می‌انجامد[۸، ۱۱].بااعمالامواج فراصوت در مخلوطی از ذرات مایع، حباب‌ها در نزدیکی سطح جامد منفجر شده و یک جریان با سرعتب الای مایع به سمت ذرات رانده می‌شود. این جریان سریع می‌تواند سطوح را بزداید و به مواد سلولی آسیب رساند و د رنتیجه سبب شکستن پیوندهای شیمیایی شود. به عبارت دیگر اثر فراصوت در هموژنیزاسیون گویچه‌های چرب از نوع مکانیکی است[۱۲]. اساساً، با توجه به توضیحات بالا به نظر می‌رسد که یک راه کار اصلی برای افزایش درصد پایداری و کاهش میزان رسوبم است در دوغ به کاهش اندازه ذرات ماست مربوط می‌باشد. فروپاشی حباب‌های کاویتاسیون در نزدیکی سطوح جامد، میکروجت‌های نامتقارن ایجاد می‌نماید که سطح را از آلودگی پاک می‌نماید. به علاوه میکروجت‌های ایجاد شده در سطح بین دو مایع غیرقابل امتزاج (مانند روغن و آب) امولسیفیکاسیون را تسهیل می‌کند [۱۳].

1. Sauermilch
2. Lassi
3.Ayran
4. Laban
5. Wheying off

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

در پژوهش حاضر تاثیر ترکیبی توان، دما و زمان‌های مختلف اعمال امواج فراصوت روی pH، درصد پایداری، درصد چربی و اسیدیته دوغ و انتخاب بهترین تیمار مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

در این پژوهش برای تهیه دوغ، از ماست ۳ درصد چربی به نسبت ٦۰ درصد ماست، ٤۰ درصد آب و ۰/۷ درصد نمک خوراکیبا همزن دور بالا تهیه شد. در نمونه دوغ از هیچ اسانس یا افزودنی خوراکی استفاده نشد. نمونه‌های دوغ فرآوری شده به بطری‌های درب بسته منتقل و به مدت ۳۰ روز در دو دمای محیط آزمایشگاه (٤۰ درصد رطوبت نسبی، ۲۸ درجه سلسیوس) و یخچال (۷۵درصد رطوبت نسبی، ٤ درجه سلسیوس) نگهداری شدند.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- آماده‌سازی نمونه‌ها

دراین پژوهش برای بررسی اعمال فراصوت بر نمونه‌ها از دستگاه مولد موج فراصوت مدل AMMM (ساخت کشورسوئیس)، ۱۰۰۰ وات با بسامد ۰/۵±۲۰ کیلو هرتزو پروب ۱۹ میلی‌متر تیتانیومی مورد استفاده قرار گرفت. برای اعمال فراصوت مقدار ۱۵۰ میلی‌لیتر از دوغ به بشر مناسب منتقل و پروب در فاصله ۲ سانتیمتری از کف بشر تنظیم شد. سپس نمونه‌ها در معرض توان‌های مختلف بهترتیب ۲۰۰، ۳۰۰، ٤۰۰ و ۵۰۰ وات در دو زمان ۱۵ و ۳۰ دقیقه قرار گرفتند. پس از اتمام تیمار، نیمی از نمونه‌ها به یخچال با دمای ٤ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۵٪ منتقل شدند و مابقی در دمای اتاق۲۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ٤۰٪ نگهداری شدند. هر آزمایش در سه تکرار انجام گردید.

۲-۲-۲- درصدچربی

درصد چربی از طریق روش ژربر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۸٤ محاسبه گردید[١٤]. انحلال پروتئین با استفاده از اسید سولفوریک انجام شد. سپس ذرات چربی با استفاده از نیروی گریز از مرکز (سانتریفوژ) و افزودن مقدار کمی ایزو آمیل الکل جداسازی شده و مقدار چربی به طور مستقیم از روی چربی‌سنج قرائت گردید.

۲-۲-۳- درصدپایداری

درصد پایداری فیزیکی نمونه‌های دوغ تحت تیمار امواج فراصوت قرارگرفته و پس از ۳۰ روز نگهداری در دمای ٤ و۲۸ درجه سلسیوس مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفت [۵].

درصد پایداری دوغ با استفاده از رابطه زیر بدست آمد:

درصد میزان پایداری= ((حجم اولیه / (حجم سرم – حجم اولیه)) ×۱۰۰

۲-۲-٤- کدورت

کدورت توسط کدورت‌سنج دیجیتال ساخت شرکت Lutronتایوان، مدل Tu-2016، در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اندازه‌گیری و بر حسب واحد NTUگزارش شد.

۲-۲-۵- درصد اسیدیته و pH

pH نمونه‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس توسط pH سنج دیجیتال، ساخت شرکت Ezodo تایوان، مدل PL-5000، اندازه‌گیری و گزارش شد.

اسیدیته کل عبارت است از مقدار هیدروکسید سدیم یک دهم نرمال که بتواند اسید مقدار معینی از شیر و فرآورده‌های آنرا در حضور فنل فتالئین خنثی، به روش عیار سنجی خنثی نماید. این عمل تا ظهور رنگ صورتی کمرنگ که حداقل به مدت ۵ ثانیه پایدار بماند ادامه داشت. اسیدیته برحسب درصد اسیدلاکتیک با استفاده از رابطه زیرمحاسبه می‌گردد؛

$$\text{درصداسیدیته} = (N \times 0.009 \times 100) / V$$

N : میلی‌لیتر سود ۰/۱ نرمال مصرف شده،V: حجم آزمون، ۰/۰۰۹ گرم اسید لاکتیک معادل یک میلی‌لیتر سود ۰/۱ نرمال مصرف شده می‌باشد[۱۵].

۲-۲-٦- تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده و برای ارزیابی داده‌ها از نرم‌افزارSAS 9.2 استفاده گردید. برای هر یک از حالت‌های مختلف توان، زمان و دما، مقایسه میانگین دامنه‌ها با استفاده از روش مقایسه چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد (P<۰/۰۵) انجام شد و معنی‌داربودن و اختلاف بین نمونه‌ها تعیین شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- درصدپایداری

تاثیر اعمال امواج فراصوت بر درصد پایداری نمونه ها در توان‌های ۲۰۰، ۳۰۰، ٤۰۰ و ۵۰۰ وات به مدت زمان ۱۵ و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

۳۰ دقیقه که در دو دمای ۲۸ و ٤ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ روز نگهداری شده بود در شکل ۱ ارائه شده است.

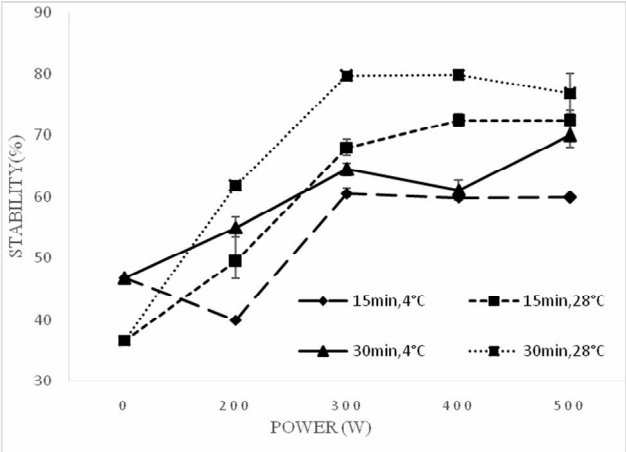

Fig 1 The effect of ultrasound on stability of . Doogh.

همان‌طور که مشاهده می‌شود اعمال امواج فراصوت جدایی سرم دوغ را کاهش داده است. دلیل این امر بیشتر به علت تاثیر بر خواص رفتاری سیال و اندازه ذرات ماست موجود در آن می‌باشد. امواج فراصوت با افزایش انرژی جنبشی ذرات و خرد کردن ذرات درشت به ذرات ریز باعث کاهش تاثیر نیروی جاذبه زمین شده و نتیجه آن پایداری و ثبات بیشتر می‌باشد. پایدارترین نمونه در توان‌های ۳۰۰ و ٤۰۰ وات و زمان ۳۰ دقیقه در دمای محیط حاصل شد. براساس نتایج، دمای محیط بر میزان ته‌نشینی فاز جامد تاثیر بیشتری داشته استطوری‌که نمونه‌هایی که در یخچال قرار گرفته‌اند نسبت به نمونه‌های خارج یخچال بیشترین ته‌نشینی را دارا بودند. کاهش دما با جذب انرژی جنبشی ذرات موجود در دوغ، کاهش تمایل ذرات به حرکت، کاهش تعداد و سرعت برخورد ذرات با یکدیگر موجب ته‌نشینی سریع و ایجاد محلول دو فازی می‌شوند. در حالت عدم اعمال امواج فرا صوت، ته‌نشینی و دو فاز شدن دوغ در دمای یخچال کمتر از دمای محیط است، دلیل آن افزایش گرانروی دوغ در دمای یخچال است. نتایج این پژوهش با نتایج یافته‌های اورت و گای و همکاران (۲۰۰٤) مطابقت نشان می‌دهد [۱۲].

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل توان، زمان و دما در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار بود. بنابراین، در ادامه این بررسی به دلیل معنی‌دار بودن اثرات متقابل، اثرات اصلی توان،زمان و دما مورد بحث قرار نگرفت (جدول۱).

Table 1 Analysis of variance of Doogh stability based on Intensity, time and temperature factors

Variable	Sum of squares	
	Degrees of freedom	Stability percent
Ultrasound Intensity	3	892.73**
Time	1	823.36**
Temperature	1	10485.18**
Intensity * Time	3	45.35**
Intensity * Temperature	3	31.51**
Time* Temperature	1	$6.02^{n.s}$
Intensity * Time* Temperature	3	31.1**

and ** denote significant differences in the level of 1 and 5% and n.s indicates no significant difference in the level of 5%

بررسی اثر ساده توان در سطوح مختلف زمان و دما نشان داد که با افزایش توان تا ٤۰۰ وات پایداری افزایش و سپس ثابت - ماند. همچنین در بررسی اثر ساده توان فراصوت در سطوح مختلف ملاحظه شد که با افزایش توان امواج فراصوت، پایداری افزایش و سپس ثابت گردید.

بررسی اثر ساده زمان در سطوح مختلف توان و دما: با توجه به مقایسه میانگین پایداری دوغ در توان ٤۰۰ وات و دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد، مشاهده گردید که زمان ۳۰ دقیقه اثر بیشتری نسبت به زمان ۱۵ دقیقه داشت(P<۰/۰۵).

بررسی اثر ساده دما در سطوح مختلف توان و زمان: با افزایش دما در زمان ثابت ۳۰ دقیقه و توان ٤۰۰ وات پایداری افزایش یافتطوری‌که پایداری دوغ از ٦۱/۱۳ درصد در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد به ۷۹/۸ درصد در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد رسید.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

Table 2 Comparison of mean effects of time,power and temperature on stability of Doogh

Temperature (°C)	Time (minute)	Power (w)	Stability (%)
4	0	0	46.7
28	0	0	36.7
4	15	200	40[h]
		300	46.6[e]
		400	59.8[e]
		500	60[e]
4	30	200	54.93[f]
		300	64.5[d]
		400	61.13[e]
		500	70[bc]
28	15	200	49.36[g]
		300	79.6[a]
		400	72.26[b]
		500	72.26[b]
28	30	200	61.8[ed]
		300	79.6[a]
		400	79.8[a]
		500	76.7[a]

Different letters indicate significant difference at 5% level

۳-۲- pH دوغ

شکل۲ تاثیر تیمارهای توان، زمان و دما را نشان می‌دهد. با توجه به شکل۲ و جدول۳، نمونه‌هایی که در دمای ٤ و ۲۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده بودنداز روند تغییرات یکسان برخوردار بودند.مدت زمان اعمال تیمار فراصوت تغییری در pH ایجاد نکرد اما دمای محیط نگهداری تاثیرگذار بود. با توجه به شکل، اعمال امواج فراصوت در نمونه‌هایی که در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده بودند، باعث کاهش بیشترpH نمونه‌هاگردید. بهترینpH برای دوغ pH کمتر از ٤/٥ می‌باشد به نحوی که هر چه دوغ ترش‌تر باشد از مقبولیت بیشتری برخوردار خواهد بود.

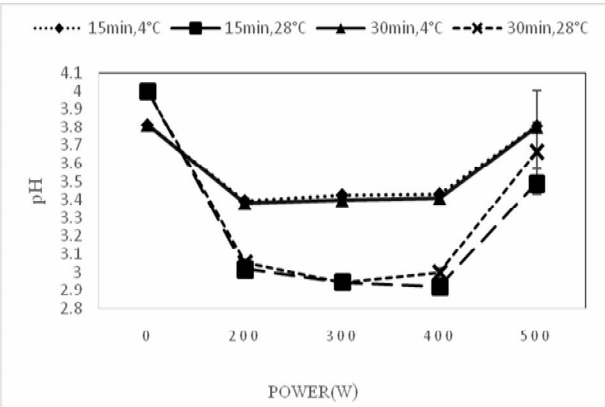

Fig 2 The effect of ultrasound on pH

همچنین به نظر می‌رسد این امر علت افزایش پایداری دوغ در توان ٤۰۰ وات در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد باشد، به نحوی که با افزایش یون H دافعه الکترواستاتیک در سیستم زیاد شده و این امر پایداری را تشدید می‌کند [١٦]. Wu(۲۰۰۱) نشان داد که تیمار شیر با امواج فراصوت قبل از مایع‌زنی مدت زمان تخمیر را به مدت نیم ساعت کاهش می‌دهد ولی در pH نمونه‌ها تغییری مشاهده نشد به طوری‌که pH نمونه تیمار شده با نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری نداشت (P<۰/۰۵)[۱۷]. در فرآورده‌های اسیدی بر پایه تخمیر گزارش شده است که با کاهش pH، در صورت وجود گویچه‌های چربی، این ذرات با ذرات پروتئینی پوشش داده می‌شوند یا با آنها وارد واکنش می‌شوند و در نهایت، رفتارشان مانند ذرات پروتئینی خواهد شد[۱، ۱۸]. پس از همگن‌سازی، پروتئین‌های پلاسما، کازئین، سطح گویچه‌های چربی را می‌پوشانند. این مساله موجب می‌شود که گویچه‌ها تا اندازه‌ای شبیه میسل‌های کازئین رفتار کنند. دوغ به طور طبیعی با گذشت زمان و فعالیت میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌ها به حالت اسیدی یا همان ترش شدن را پیدا می‌کنند.

Table 3 Comparison of mean effects of time,power and temperature on pH of Doogh

Temperature (°C)	Time (minute)	Power (Watt)	Ph
4	0	0	3.81
28	0	0	4
4	15	200	3.39[c]
		300	3.42[c]
		400	3.43[c]
		500	3.8[a]
4	30	200	3.38[c]
		300	3.39[c]
		400	3.41[c]
		500	3.8[a]
28	15	200	3.01[d]
		300	2.94[d]
		400	2.92[d]
		500	3.49[c]
28	30	200	3.05[d]
		300	2.94[d]
		400	3[d]
		500	3.6[b]

Different letters indicate significant difference at 5% level

۳-۳- اسیدیته دوغ

نمودار ۳، نشان‌دهنده مقایسه میان اسیدیته قابل تیتر در دوغ‌های تحت تیمار فراصوت و بدون فراصوت بعد از گذشت ۳۰ روز

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

می‌باشد. با توجه به شکل ۳ و شکل ۲، اسیدیته و pHرابطه معکوس دارند. یعنی در نمونه‌هایی که مقدار اسیدیته بیشتر است مقدار pHکمتر است و بر عکس. مطابق شکل ۳، اسیدیته نیز مانند pH تحت تاثیر عامل دما است و دما موجب رفتار یکسان در نمونه‌ها می‌شود. فراصوت بر اسیدیته نمونه-هایی که در داخل یخچال نگهداری شدند تاثیر چندانی نداشت. این نشان‌دهنده اثربخشی دما بر اسیدیته در مقایسه با فراصوت است اما در نمونه‌های خارج یخچال با افزایش توان تا ٤٠٠ وات اسیدیته افزایش یافت اما در توان ٥٠٠ وات اسیدیته کاهش یافت. به نظر می‌رسد دلیل کاهش اسیدیته در توان ٥٠٠ وات، کاهش باکتری‌ها و میکروارگانیسم‌های نمونه‌ها تحت اثر فراصوت می‌باشد که نتیجه آن کاهش فعالیت آنها بوده و کاهش مقدار اسیدی شدن دوغ بود.

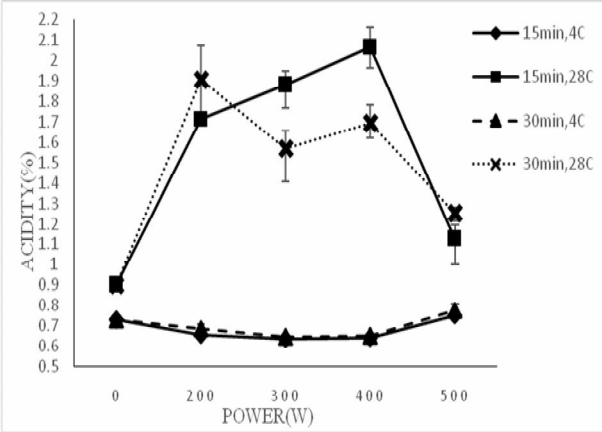

Fig 3 The effect of ultrasound on acidity

۳-٤- کدورت دوغ

کاهش pHدر محدوده خاص، سبب تشکیل کمپلکس و افزایش کدورت نمونه‌ها می‌شود. کاهش کدورت در تمامی نمونه‌ها در طول مدت نگهداری ۳۰ روز، قابل مشاهده بود. کربستین و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که کدورت امولسیون‌ها و نوشیدنی‌های تهیه شده از آنها در زمان نگهداری کاهش می‌یابد که این کاهش ناشی از به هم پیوستن ذرات فاز پراکنده و در نتیجه کاهش جذب نوری امولسیون‌هاست[۱۹]. توان موج فراصوت تابیده شده تا توان ٤٠٠ وات سبب افزایش ویسکوزیته‌فاز پیوسته شده و سرعت حرکت فاز پراکنده به سطوح بالایی را کاهش داده و سبب تاخیر در کاهش کدورت نمونه‌ها می‌گردد[۲۰].

کاهش قطر ذرات و کدورت محلول‌های کازئینی با اعمال امواج فراصوت مشاهده شده است و این کاهش در فرکانس بالاتر مشهود است. کاهش قطر ذرات و به دنبال آن افزایش مساحت سطحی ویژه برای پراکنش نور به احتمال زیاد در کاهش کدورت توسط فراصوت نقش داشته است [۲۱].

مطابق شکل ٤، کدورت نمونه‌ها تحت تاثیر دمای نگهداری است و اعمال فراصوت تاثیری در کدورت نمونه‌ها جز نمونه ٤٠٠ وات که کاهش یافته بود نداشت. نمونه‌های خارج یخچال در اثر گرما و احتمالاً فعالیت بیشتر باکتری‌ها نسبت به نمونه‌های داخل یخچال کدرتر شده و دارای مقادیر کدورت بالاتری بودند. زمان اعمال فراصوت بر مقدار کدورت تاثیر داشت به طوری‌که نمونه‌های ۳۰ دقیقه دارای کدورت کمتری نسبت به نمونه‌های ۱۵ دقیقه بودند.

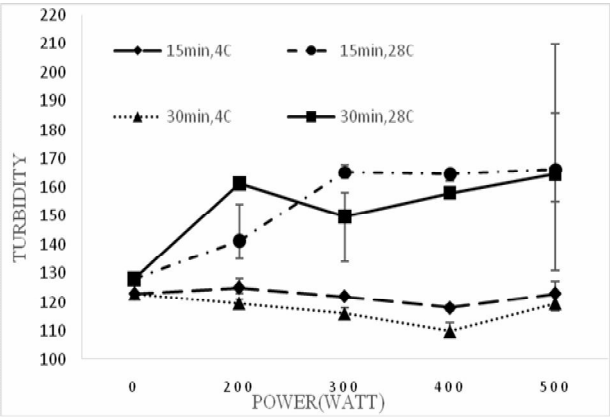

Fig 4 The effect of ultrasound on turbidity

۳-٥- چربی دوغ

با توجه به شکل ٥، فراصوت تاثیری بر محتوای چربی نمونه‌ها نداشته و متغیرهای دما، توان و زمان اعمال فراصوت هیچ گونه تغییری بر درصد چربی نمونه‌ها نداشت. مطابق شکل ٥ همه نمونه‌ها دارای مقدار چربی یکسان بودند و عدم تغییر درصد چربی نشان‌دهنده عدم اکسایش یا تند شدن چربی دوغ در اثر امواج فراصوت بود زیرا تند شدن چربی باعث طعم و بوی بد دوغ می‌شود.

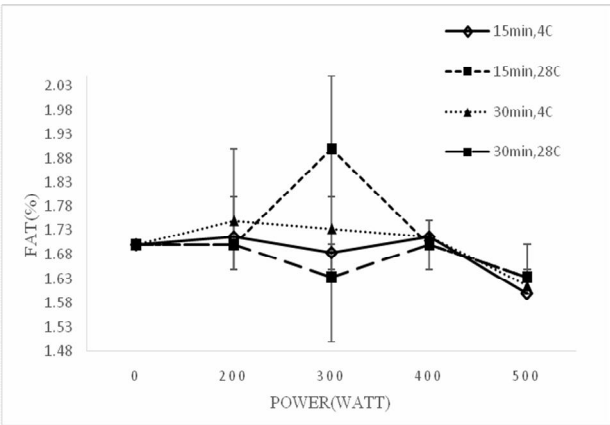

Fig 5 The effect of ultrasound on fat content.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

۳-٦- عکسبرداری ذرات با میکروسکوپ الکترونی

شکل٦، نمونه دوغ قبل از اعمال تیمار فراصوت را نمایش می‌دهد. در این شکل ذرات درشت که به هم متصل هستند به طور کامل و واضح دیده می‌شود. نمونه اولیه تحت فرآیند حرارتی و همچنین هموژنیزاسیون نبوده و ذرات چربی آن مجتمع شده ذرات درشت را به وجود آورده‌اند.

در شکل ٦ میانگین ذرات بیشتر از یک میکرومتر می‌باشد. نکته مهم و قابل توجه در شکل وجود حفره و فرورفتگی می‌باشد که نتیجه آن عدم یکنواختی و تجمع بیشتر ذرات در یک قسمت می‌شود. وجود ذرات درشت و تجمع آنها موجب وزن بیشترو تاثیر بیشتر جاذبه بر این ذرات می‌باشد. اگر ذرات موجود در نوشیدنی دوغ را به عنوان یک شبکه در نظر بگیریم وجود این ذرات درشت در شبکه باعث عدم تقارن شبکه شده که باعث پایداری کمتر و استحکام کمتر نوشیدنی دوغ می‌باشد.

با مقایسه عکس‌های گرفته شده از نمونه اولیه و بهترین تیمار (شکل ۷) می‌توان به این نتیجه رسید که امواج فراصوت تاثیر قابل توجهی در کاهش اندازه ذرات داشته‌اندبه طوری‌که میانگین قطر ذرات به ۲۵۰ نانومتر کاهش یافته است. کاهش قطر ذرات و انرژی گرفته شده موجب تشکیل شبکه یکنواخت با ذرات ریزتر شده که این شبکه پایداری و استحکام بیشتری داشته و در طول انبارداری کاهش کیفیت کمتری به دلیل تاثیر کمتر عوامل خارجی بر ذرات دارد. کاهش قطر ذرات و ایجاد شبکه یکپارچه عامل مهم در ماندگاری و حفظ شکل ظاهر محصول می‌باشد. شکل ۷ دوغ تحت تیمار فراصوت در توان ٤۰۰ وات و زمان موج‌دهی ۳۰ دقیقه را با بزرگنمایی۱۰ هزار برابر نشان می‌دهد.

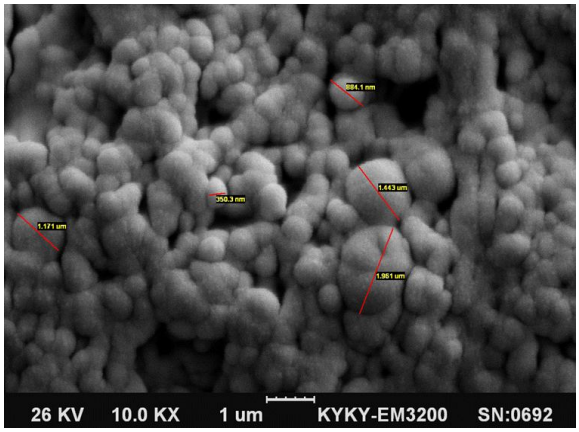

Fig 6 Microstructure of untreated sampleusing scanning electron microscopy (SEM)

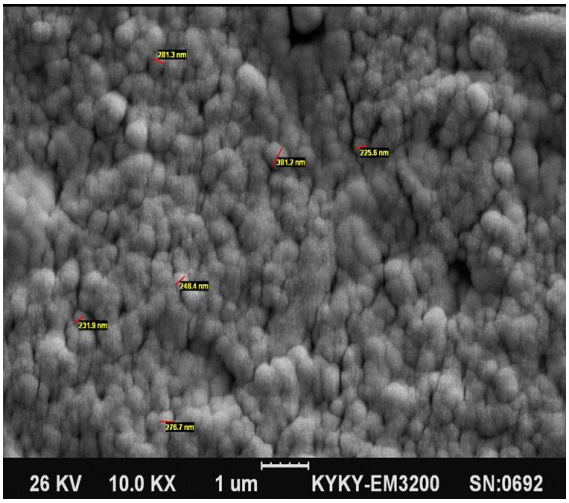

Fig 7 Microstructure of treated sampleafter 400W and 30 minutes sonication using scanning electron microscopy (SEM)

٤- نتیجه‌گیری

فنآوری فراصوت با افزایش تولید و صرفه‌جویی در انرژی در دسته‌فناوری‌های سبز قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از اعمال امواج فراصوت بر درصد پایداری فیزیکی نمونه‌ای مورد آزمون در مقایسه با تیمار کنترل نشان داد که افزایش توان و زمان اعمال امواج فراصوت باعث افزایش درصد پایداری و کاهش دو فازه شدن دوغ گردید. همچنین دمای نگهداری در حفظ درصد پایداری نمونه‌ها از تاثیرگذارترین و موثرترین عوامل به حساب می‌آید به طوری‌که نمونه‌های خارج یخچال دارای پایداری بهتری نسبت به نمونه‌های داخل یخچال بودند. بهترین نمونه، دوغ ایرانی تیمار شده با امواج فراصوت در شدت توان ٤۰۰ وات، مدت زمان ۳۰ دقیقه و دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد بود که بعد از گذشت ۳۰ روز نگهداری در دمای محیط دارای درصد پایداری ۷۹/۸٪ بود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد استفاده از امواج فراصوت برای افزایش ماندگاری دوغ و حذف روش‌های قدیمی زمان‌بر و پر هزینه در صنایع غذایی جایگزین مناسبی خواهد بود.

۵- منابع

[1] Kiani, H., Mousavi, S. M. A. and Emam-Djomeh, Z. 2008. Rheological properties of Iranian yoghurt drink, Doogh. Int. J. Dairy Sci, 3: 71-78.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

[2] Muehlhoff, E., Bennet,Anthony., McMahon, D. 2013. Milks and dairy products in human nutrition.Foodand Agriculture Organizationofthe Uunited Nationd, Rome.

[3] Afonso, I.M. and Maia, J.M. 1999. Rheological monitoringof structure evolution and development in stirred yoghurt.J. Food Eng, 42: 183-190.

[4] Koksoy, A. and Kilic, M. 2004. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, Ayran. Food Hydrocolloids, 18: 593-600.

[5] Azarikia, F. and Abbasi, S. 2010. Investigation of the efficiency and mechanisms of some hydrocolloids on the stabilization of Doogh. Food Hydrocoll, 24: 358-363.

[6] Gorji, E.G., Mohammadifar, M.A. and Ezzatpanah, H.2011. Influence of gum tragacanth, Astragalus gossypinus,addition on stability of nonfat Doogh, an Iranian fermentedmilk drink. Int. J. Dairy Technol. 64: 262-268.

[7] Foroughinaia S, Abbasi S, Hamidi Esfahani Z. 2007. Effect of Individual and Combined Addition of Salep, Tragacantin and Guar Gums on the Stabilisation of Iranian Doogh . Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology.; 2 (2) :15-25

[8] Ghobadi, Z. Abbasi,S. 2009. Ultrasound wave , properties in food processing. Agriculture and Natural Resource Journal,6(24):12-18.

[9] Patist, A. and Bates, D. 2008. Ultrasonic innovations in the food industry: from the laboratory to commercialproduction. Innov Food Sci Emerg Technol, 9: 147-154.

[10] Bermudez-Aguirre, D., Mawson, R., Versteeg, C. and Barbosa-Canovas, G. 2009. Composition properties,physicochemical characteristics and shelf life of whole milk after thermal and thermo-sonication treatments. J FoodQuality, 32: 283-302.

[11] Ahmed, J., Ramaswamy, H., Kasapis, S. and Boye, J. 2010. Novel Food Processing Effects onRheological andFunctional Properties. Taylor and Francis Group; 65-98.

[12] Ertugay, M.F. and Sengul, M. 2004. Effect of ultrasound treatment on milk homogenisation and particle size distribution of fat. Turk J Vet Anim Sci, 28: 303-308.

[13] Gogate, P.R., Tayal, R.K. and Pandit, A.B. 2006. Cavitation: A technology on the horizon. Current Science.91: 35–46.

[14] Standard of Iran. No 2507. 1370. http://www.isiri.gov.ir/portal/files/std/384.htm

[15] Standard of Iran. No 164. 1383. www.isiri.gov.ir/portal/files/std/164.doc

[16 Ghasemi, S., Abbasi,S . Azizi,M. 2010. Preparing Natural nanomisel Using Ultrasound method.20th Natural conference on food science, Tehran, Iran.

[17] Wu, H., Hulbert, G.J. and Mount, J.R. 2001. Effects of Ultrasound on Milk Homogenisation and Fermentation with Yoghurt Starter.Innovate Food Sci. Emerg. Technol, 1: 211–218.

[18] Walstra, P., Wouters, J. and Geurts, T. 2006. Dairy Science and Technology. 2nd Ed, New York: CRC Press LLC.

[19] Christian,JC. T, Reed , D Carmelli , W F Page , J A Norton, Jr , J C Breitner .1995.Self-reported alcohol intake and cognition in aging twins.Journal of Studies on *Alcohol*, 56(4), 414–416

[20]Jacob T, Leonard K.1991. Experimental drinking procedures in the study of alcoholics and their families: a consideration of ethical issues.J Consult Clin Psychol. 1991;59(2):249-55.

[21] Madadlou, A., Ebrahimzadeh Mousavi, M., Emam-Djomeh, Z., Ehsani, M. and Sheehan, D. 2009.Sonodisruption of reassembled casein micelles at different pH values. Ultrasonics Sonochemistry, 26: 644-648.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]

Investigating the effect of power ultrasound on stability andphysico- chemical properties of Doogh

Aboonajmi, M. [1*], Shams Haghighat Azari, S. [1], Mirsaeedghazi, H. [3]

1. Associate Professor, Department of Agrotechnology, Abouraihan College, University of Tehran
2. MSc. Graduated Student, Department of Agrotechnology, Abouraihan College, University of Tehran
3. Associate Professor, Department of Food Science and Technology,Abouraihan College, University of Tehran

(Received: 2017/07/16 Accepted:2018/02/16)

Application of ultrasoundpower and its beneficial effects on food process and improved quality compared with conventional methods already have been demonstrated. In the currentstudy, the effects of ultrasound power intensity (200, 300, 400 and 500watts) at 15 and 30 minutes withdifferent storage temperature (28°C and 4°C) on Doogh pH, turbidity, fat percentage and stability was assessed. The results showed that increasingultrasound intensity and duration, caused pH reduction compared to the control,while in 400 watts sonication intensity and 4°C treatment,,samplesturbidityhad the lowest value. In comparison to control samples, there were no significant differencesin fat contentofall sonicated treatments. Also results illustrated thatall sonicated treatments had the higher stability and increasing ultrasound intensity and duration, increasedDooghstability. According to the finding, the optimal treatment during 30 minutessonication at 400 W,28°C and 4°C had the most consistency on treated Doogh samples.

Keywords: Ultrasound, Doogh, Physico-chemical properties, Stability

* Corresponding Author E-Mail Address: abonajmi@ut.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-28]