دانشگاه فردوسی مشهد
دانشکده کشاورزی
گروه علوم و صنایع غذایی
پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی تاثیر آغازگر های تولید کننده پلی ساکارید خارج سلولی و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده بر پایداری، ویژگی های فیزیکو شیمیایی و حسی نوشیدنی دوغ

احمد احتیاطی

شهریور ۱۳۹۰

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی تاثیر آغازگر های تولید کننده پلی ساکارید خارج سلولی و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده بر پایداری، ویژگی های فیزیکو شیمیایی و حسی نوشیدنی دوغ

احمد احتیاطی

استادان راهنما

دکتر فخری شهیدی

دکتر محبّت محبّی

استاد مشاور

دکتر مسعود یاورمنش

شهریور ۱۳۹۰

تصویب نامه

این پایان نامه با عنوان « بررسی تاثیر آغازگر های تولید کننده پلی ساکارید خارج سلولی و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده بر پایداری، ویژگی های فیزیکو شیمیایی و حسی نوشیدنی دوغ» توسط احمد احتیاطی در تاریخ ۹۰/۲/۲۸ با نمره ۱۹ و درجه ارزشیابی عالی در حضور هیات داوران با موفقیت دفاع شد.

هیات داوران:

ردیف	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	سمت در هیات	امضاء
۱	خانم دکتر فخری شهیدی	استاد	استاد راهنما	
۲	خانم دکتر محبّت محبّی	دانشیار	استاد راهنما	
۳	آقای دکتر مسعود یاورمنش	استادیار	استاد مشاور	
۴	آقای دکتر محمدباقر حبیبی نجفی	استاد	استاد مدعو	
۵	آقای دکتر مصطفی مظاهری طهرانی	دانشیار	استاد مدعو	
۶	آقای دکتر آرش کوچکی	استادیار	نماینده تحصیلات تکمیلی	

تعهد نامه

عنوان پایان نامه: بررسی تاثیر آغازگر های تولید کننده پلی ساکارید خارج سلولی و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده بر پایداری، ویژگی های فیزیکو شیمیایی و حسی نوشیدنی دوغ

اینجانب احمد احتیاطی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی خانم دکتر فخری شهیدی و خانم دکتر محبّت محبّی متعهد می شوم:

- **نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.**
- **در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.**
- **مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد یگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.**
- **کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.**
- **حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.**
- **در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.**

تاریخ

نام و امضاء دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

چکیده

در این پژوهش اثر افزودن WPC به شیر و استفاده از آغازگر های تولید کننده EPS جهت تخمیر بر خواص حسی، فیزیکی و پایداری دوغ بررسی شد. ابتدا اثر درصد WPC، تیمار حرارتی و کاهش pH بر دو فاز شدن دوغ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که تیمار حرارتی به مدت ۳۰ دقیقه در دمای $85^{\circ}C$ و کاهش pH دوغ تا کمتر از ۴، باعث کاهش دو فاز شدن گردید. سپس تاثیر جانشینی پودر شیر پس چرخ با WPC در چهار سطح (صفر، ۰/۷۵، ۱/۵ و ۲/۲۵ درصد) جهت تولید شیر و استفاده از دو آغازگر راپی و یک آغازگر غیر راپی بر برخی ویژگی های دوغ بررسی شد. افزودن WPC به شیر، به طور معنی داری سبب افزایش تنش تسلیم، ویسکوزیته و رفتار رقیق شوندگی دوغ گردید. بر اساس نتایج بررسی رفتار جریان، همچنین اندازه ذرات و ریز ساختار، مشخص شد WPC اندازه ذرات کلوئیدی را افزایش داده و شبکه ژل سه بعدی در دوغ ایجاد کرده است که سبب کاهش دو فاز شدن دوغ (تا ۳۲ درصد در بالاترین سطح WPC) طی نگهداری می شود. WPC سبب بهبود ویژگی های طعم، بافت، قوام و پذیرش کلی دوغ گردید ولی تاثیری بر تغییرات pH مشاهده نگردید. آغازگر های راپی سبب تشدید رفتار رقیق شوندگی دوغ شدند اما تاثیری بر ویسکوزیته، تنش تسلیم، اندازه ذرات و ریزساختار دوغ نداشتند. یکی از آغازگر های راپی اسیدیته کمتری در مقایسه با دو آغازگر دیگر ایجاد نمود در حالی که تفاوتی بین ویژگی های حسی دوغ مشاهده نشد. نتایج این پژوهش نشان دهنده این است که آغازگر های تولید کننده EPS نتوانستند پایداری را بهبود بخشیده و دو فاز شدن را کاهش دهند. افزودن WPC به شیر برای تهیه دوغ، بهبود ویژگی های حسی و افزایش پایداری فیزیکی دوغ را به همراه دارد، اما استفاده از خواص ویژه آغازگر های تولید کننده EPS جهت بهبود ویژگی های فیزیکی دوغ، مستلزم بررسی های بیشتری در این زمینه است.

کلمات کلیدی: آغازگر راپی، پلی ساکارید خارج سلولی، دو فاز شدن، نوشیدنی دوغ، WPC.

تقدیر و تشکر

اینک که در پرتو عنایت حضرت دوست این دوره از تحصیل علم به اتمام رسید، جا دارد از کلیه عزیزانی که مرا یاری و همراهی کرده سپاسگذاری و قدرانی نمایم.

بدینوسیله، مقام شامخ اساتید راهنما و مشاور بزرگوارم سرکار خانم دکتر شهیدی، سرکار خانم دکتر محبّی و جناب آقای دکتر یاورمنش که دو سال خوشه چین علم و معرفتشان بوده ام را ارج می نهم و از راهنمایی ها و همکاری های ارزنده و خردمندانه شان در تمامی مراحل انجام این تحقیق و نیز دقتی که در تصحیح پایان نامه مبذول داشته اند کمال سپاسگذاری را دارم. از کلیه پرسنل و مدیریت گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به ویژه آقای مهندس قزوینی و خانم مهندس نصیری، همچنین خانم مهندس مهربان که در انجام بخشی از آزمایش ها بنده را یاری کردند و از مشاوره ایشان بهره بردم، کمال تشکر را دارم.

از تک تک اعضاء خانواده ام کمال تشکر و سپاسگذاری را دارم. بی شک بدون حمایت های آنان این موفقیت حاصل نمی شد و در نهایت این پایان نامه را به عزیزانم، امیررضا و مهدیه تقدیم می‌کنم.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و هدف ۱

۱-۱- مقدمه..... ۱

۱-۲- اهداف..... ۳

فصل دوم: بررسی منابع..... ۵

۲-۱- نوشیدنی های لبنی اسیدی..... ۵

۲-۲- نوشیدنی دوغ..... ۵

۲-۲-۱- ارزش تغذیه ای دوغ..... ۶

۲-۲-۲- خواص فیزیکی دوغ..... ۶

۲-۲-۳- جلوگیری از دو فاز شدن دوغ..... ۷

۲-۳- آب پنیر..... ۱۱

۲-۳-۱- فراورده های پروتئینی آب پنیر..... ۱۱

۲-۳-۲- کنسانتره پروتئین آب پنیر..... ۱۲

۲-۳-۳- ارزش تغذیه ای پروتئین آب پنیر..... ۱۳

۲-۳-۴- خواص عملکردی پروتئین آب پنیر..... ۱۳

۲-۳-۴-۱- حلالیت پروتئین آب پنیر..... ۱۴

۲-۳-۴-۲- خواص سطحی پروتئین آب پنیر..... ۱۵

۲-۳-۴-۳- ژل حرارتی پروتئین آب پنیر..... ۱۵

۲-۳-۵- عوامل موثر بر ژل حرارتی پروتئین آب پنیر..... ۱۷

۲-۳-۵-۱- ترکیب شیمیایی ۱۷

۲-۳-۵-۲- غلظت یونی.....۱۸
۲-۳-۵-۳- pH.....۱۹
۲-۳-۵-۴- فرایند حرارتی.....۲۰
۲-۳-۶- ترکیب حرارتی پروتئین آب پنیر و کازئین.....۲۰
۲-۳-۷- کاربرد پروتئین آب پنیر در فراورده های لبنی تخمیری.....۲۲
۲-۴- پلی ساکارید های خارج سلولی.....۲۴
۲-۴-۱- تولید EPS در باکتری های اسید لاکتیک.....۲۴
۲-۴-۲- ساختار و ویژگی های عملکردی EPS.....۲۵
۲-۴-۳- تاثیر EPS بر فراورده های لبنی تخمیری.....۲۷
۲-۴-۳-۱- خواص بافتی و رفتار جریان.....۲۸
۲-۴-۳-۲- ریزساختار.....۲۹
۲-۴-۳-۳- ظرفیت نگهداری آب.....۳۰
۲-۴-۳-۴- ویژگی های حسی.....۳۱
۲-۴-۳-۵-کفیر.....۳۱
۲-۴-۴- عوامل موثر بر تولید EPS.....۳۲
۲-۴-۴-۱- رشد باکتری.....۳۲
۲-۴-۴-۲- دما ۳۳
۲-۴-۵- اثرات درمانی EPS.....۳۳
۲-۴-۶- مشکلات استفاده از آغازگر های راپی.....۳۴
۲-۵- بررسی رفتار جریان مواد سیال.....۳۶

۲-۵-۱- آزمون های پایای تنش برشی و نرخ برش..... ۳۶

۲-۵-۲- تنش تسلیم..... ۳۸

فصل سوم: مواد و روش ها..... ۳۹

۳-۱- تولید دوغ در مرحله اول آزمایش ها..... ۳۹

۳-۲- تولید دوغ در مرحله دوم آزمایش ها..... ۴۱

۳-۳- آزمون های شیمیایی..... ۴۲

۳-۳-۱- تعیین pH و اسیدیته..... ۴۲

۳-۳-۲- تعیین مقدار پروتئین..... ۴۲

۳-۳-۳- تعیین مقدار دناتوراسیون WPC..... ۴۲

۳-۴- آزمون رفتار جریان..... ۴۳

۳-۵- بررسی ریز ساختار..... ۴۳

۳-۶- تعیین اندازه ذرات..... ۴۳

۳-۷- بررسی پایداری فیزیکی..... ۴۴

۳-۸- ارزیابی حسی..... ۴۴

۳-۹- آزمایش های میکروبی..... ۴۵

۳-۹-۱- جستجو و شمارش کلی‌فرم..... ۴۵

۳-۹-۲- جستجو و شمارش کپک و مخمر..... ۴۵

۳-۱۰- طرح آماری و تجزیه و تحلیل نتایج..... ۴۵

فصل چهارم: نتایج و بحث..... ٤٧

۴-۱- ترکیب شیمیایی WPC و SMP..... ۴۷

۴-۲- نتایج مرحله اول آزمایش ها..... ۴۷
۴-۳- نتایج مرحله دوم آزمایش ها..... ۵۰
۴-۳-۱- بررسی رفتار جریان..... ۵۰
۴-۳-۱-۱- بررسی تنش تسلیم..... ۵۴
۴-۳-۱-۲- بررسی رفتار رقیق شوندگی..... ۵۷
۴-۳-۲- اندازه ذرات..... ۶۱
۴-۳-۳- ریز ساختار..... ۶۳
۴-۳-۴- دو فاز شدن..... ۶۶
۴-۳-۴-۱- اثر WPC..... ۶۶
۴-۳-۴-۲- اثر نوع آغازگر..... ۶۸
۴-۳-۵- تغییرات pH و اسیدیته..... ۷۰
۴-۳-۶- ارزیابی حسی..... ۷۲
۴-۴- بررسی آلودگی میکروبی..... ۷۴
فصل پنجم: نتیجه گیری نهایی و پیشنهادات..... ۷۵
۵-۱- نتیجه گیری کلی..... ۷۵
۵-۲- پیشنهاد پژوهش های آتی..... ۷۷
پیوست ها..... ۷۹
منابع..... ۸۷

فهرست اشکال

شکل ۳-۱- دستگاه هموژنایزر آزمایشگاهی جهت همگن نمودن نمونه های دوغ..... ۴۰

شکل ۴-۱- نمودار جریان نمونه های دوغ حاوی WPC تهیه شده با آغازگر ۶۳..... ۵۱

شکل ۴-۲- نمودار ویسکوزیته نمونه های دوغ حاوی WPC تهیه شده با آغازگر ۶۳..... ۵۱

شکل ۴-۳- نمودار جریان نمونه های دوغ حاوی WPC تهیه شده با آغازگر ۸۳..... ۵۲

شکل ۴-۴- نمودار ویسکوزیته نمونه های دوغ حاوی WPC تهیه شده با آغازگر ۸۳..... ۵۲

شکل ۴-۵- نمودار جریان نمونه های دوغ حاوی WPC تهیه شده با آغازگر ۲۳..... ۵۳

شکل ۴-۶- نمودار ویسکوزیته نمونه های دوغ حاوی WPC تهیه شده با آغازگر ۲۳..... ۵۳

شکل ۴-۷- منحنی توزیع اندازه ذرات دوغ حاوی WPC تولید شده با آغازگر ۶۳..... ۶۳

شکل ۴-۸- منحنی توزیع اندازه ذرات دوغ حاوی WPC تولید شده با آغازگر ۸۳..... ۶۳

شکل ۴ -۹- ریز ساختار دوغ حاوی WPC تولید شده با سه آغازگر مورد استفاده..... ۶۵

شکل ۴-۱۰- مقدار دو فاز شدن دوغ با سطوح مختلف WPC طی ۱۵ روز نگهداری..... ۶۶

شکل ۴-۱۱- نمونه های دوغ حاوی WPC تولید شده با آغازگر های ۲۳ و ۸۳، پس از ۱۵ روز نگهداری..... ۶۹

فهرست جداول

جدول ۲-۱- مقدار میانگین ترکیب شیمیایی هشت نوع WPC تجاری.....۱۲

جدول ۲-۲- مقدار میانگین ترکیب پروتئینی هشت نوع WPC تجاری.....۱۲

جدول ۳-۱- نسبت های ترکیب شیر، WPC و آب تقطیر شده برای سطوح مختلف آزمایش.....۳۹

جدول ۳-۲- جدول نسبت های SMP، WPC و آب تقطیر شده در شیر بازسازی شده.....۴۱

جدول ۳-۳- لیست مواد و تجهیزات مورد استفاده.....۴۶

جدول ۴-۱- ترکیب شیمیایی WPC و SMP مورد استفاده در این پژوهش.....۴۷

جدول ۴-۲- نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) تاثیر متغیر های آزمایش یر دو فاز شدن دوغ.....۴۸

جدول ۴-۳- میانگین درصد دو فاز شدن دوغ در سطوح WPC، pH و مدت زمان تیمار حرارتی.....۴۸

جدول ۴-۴- میانگین درصد دو فاز شدن دوغ در سطوح WPC بر حسب pH و زمان تیمار حرارتی.....۴۹

جدول ۴-۵- ضرایب مدل بینگهام دوغ حاوی WPC تولید شده با سه آغازگر مورد استفاده.....۵۶

جدول ۴-۶- ضرایب مدل قانون توان دوغ حاوی WPC تولید شده با سه آغازگر مورد استفاده.....۶۰

جدول ۴-۷- شاخص های اندازه ذرات نمونه های دوغ حاوی WPC تولید شده با دو آغازگر ۶۳ و ۸۳...۶۱

جدول ۴-۸- نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) متغیر های آزمایش بر دو فاز شدن دوغ.....۶۷

جدول ۴-۹- میانگین درصد حجمی سرم جدا شده برای سطوح مختلف جانشینی SMP با WPC.....۶۸

جدول ۴-۱۰- تجزیه واریانس متغیر های آزمایش بر تغییرات اسیدیته و pH دوغ طی نگهداری.....۷۰

جدول ۴-۱۱- میانگین حداقل مربعات اسیدیته دوغ برای سه آغازگر مورد استفاده و زمان نگهداری.....۷۱

جدول۴-۱۲- میانگین حداقل مربعات pH دوغ برای سه آغازگر مورد استفاده و زمان نگهداری.....۷۱

جدول ۴-۱۳- نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) متغیر های آزمایش بر ویژگی های حسی دوغ.....۷۲

جدول ۴-۱۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف WPC برای هریک از ویژگی های حسی دوغ.....۷۳

فصل اول: مقدمه و هدف

۱-۱- مقدمه

شیرهای تخمیر شده فراورده های شیری هستند که در تولید آن ها میکروب های مفید نقش عمده دارند. زمانی که یخچال وجود نداشت، تخمیر از ابتدایی ترین روش ها برای نگهداری شیر بوده است. شیر های تخمیر شده بیشینه ای دور دارند. هر چند تاریخ دقیقی در مورد منشاء این فراورده ها در دست نیست ولی نشانه هایی از وجود شیر های تخمیر شده در حدود ۱۰ تا ۱۵ هزار سال پیش وجود دارد. در ابتدای قرن بیستم، برنده روسی جایزه نوبل، الی متخنیکوف[1]، متوسط عمر بالای مردم بلغار را به مصرف فراورده های تخمیری شیر مربوط دانست. انواع مختلفی از شیر های تخمیر شده در سرتاسر دنیا تولید می شوند که در این بین ماست محبوبیت بالایی دارد (پورهیت، ۲۰۰۸).

دوغ، نوشیدنی است که از اختلاط ماست، آب، نمک و گیاهان معطر تولید می شود (استاندارد ملی ایران). این فراورده نوشیدنی سنتی ایرانیان و برخی ملل دیگر در اروپای شرقی، خاورمیانه و آسیا به شمار می آید و ارزش غذایی مشابه با سایر فراورده های لبنی به ویژه ماست دارد. در حال حاضر، دوغ از مقبولیت و مصرف بالا در ایران برخوردار است و میزان مصرف سرانه و تولید صنعتی آن در سال های اخیر رشد قابل

[1]- Elie Metchnikoff

توجهی داشته است، طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی تولید دوغ در سال های ۱۳۸۱، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۵ به ترتیب ۱۲، ۴۸ و ۱۲۰ هزار تن بوده است (نصیرپور و همکاران، ۱۳۹۰).

در حال حاضر دوغ از فراورده های مهم و اقتصادی کارخانه های لبنی می باشد، همچنین در سال های اخیر، تمایل جامعه به نوشابه های طبیعی و سالم افزایش یافته است. همین مسئله، لزوم توجه به جنبه های کیفی این محصول، ایجاد ثبات در خواص آن و انجام تحقیقات کاربردی در این زمینه را نشان می دهد.

یک نوشیدنی به لحاظ کیفیت و بازار پسندی، از جنبه های مختلف مانند عطر و طعم و ویژگی های حسی مورد ارزیابی مصرف کننده قرار می گیرد. یکی از این ویژگی ها، ظاهر نوشیدنی است. مشکلی که در ارتباط با نوشیدنی دوغ وجود دارد، دو فاز شدن طی مدت نگهداری است که مرتبط با خواص جریانی این فراورده می باشد. دو فاز شدن دوغ، ارزش غذایی آن را کم نمی کند ولی ظاهر طبیعی آن را نامطلوب می سازد. افزایش ماده جامد و اضافه کردن هیدروکلوئید ها از جمله روش های جلوگیری از دو فاز شدن در فراورده های لبنی تخمیری است. هیدروکلوئیدها با افزایش ویسکوزیته دوغ یا ایجاد دافعه فضایی بین ذرات کلوئیدی، سبب پایداری نوشیدنی تخمیری می شوند. با این حال، استفاده از هیدروکلوئید ها در مواردی، بر طعم و احساس دهانی تاثیر نامطلوب دارد و پذیرش نوشیدنی را کاهش می دهد، همچنین استفاده از پایدار کننده ها در برخی کشور ها با محدودیت قانونی روبرو است.

آب پنیر، فراورده جانبی کارخانه های تولید پنیر و کازئین است و دارای پروتئینی با کیفیت تغذیه ای بالا و خواص عملکردی[1] می باشد. به دلیل افزایش توجه و تحقیقات گسترده در مورد ویژگی های این پروتئین، تولید صنعتی و مصرف فراورده های پروتئین آب پنیر طی دو دهه گذشته، افزایش قابل توجهی داشته است. کنسانتره پروتئین آب پنیر[2]، محصول تغلیظ پروتئین آب پنیر در محدوه ۲۵ تا ۸۹ درصد

[1] -Functional properties
[2] -Whey protein concentrate

می باشد. یکی از ویژگی های کارکردی WPC، توانایی ژل دهی در اثر حرارت است. از ویژگی های اصلی ژل تشکیل شده، افزایش ویسکوزیته و جذب آب بالا می باشد.

با توجه به مجاز بودن کاربرد فراورده های شیر جهت فرمولاسیون دوغ، می توان از ویژگی ژل دهی WPC تحت تیمار حرارتی، به منظور بهبود خواص فیزیکی این نوشیدنی، استفاده نمود. با در نظر داشتن ارزش تغذیه ای بالای پروتئین آب پنیر، محصول ایجاد شده دارای ارزش خوراکی بالاتری نیز خواهد بود.

پلی ساکارید های خارج سلولی[1]، بیوپلیمر هایی هستند که طی رشد توسط بعضی از سلول های باکتریایی ترشح می شوند. از ویژگی های اصلی این ترکیبات، قابلیت جذب آب بالا و افزایش ویسکوزیته است. بعضی از گونه های باکتری های اسید لاکتیک که به عنوان آغازگر در تولید فراورده های لبنی تخمیری به کار می روند، توانایی تولید این ترکیبات را دارند. مطالعات نشان می دهد، استفاده از این گروه آغازگرها منجر به تولید فراورده ای با ویسکوزیته بالاتر و قابلیت نگهداری آب بیشتر می شود (پورهیت، ۲۰۰۸).

۱-۲- اهداف

اهداف این مطالعه، استفاده از WPC و آغازگرهای تولید کننده EPS در تولید نوشیدنی دوغ و بررسی تاثیر اختصاصی هر یک از مولفه ها و تاثیر همزمان این دو متغیر بر ویژگی های فیزیکی شامل رفتار جریان، ریز ساختار و پایداری فیزیکی طی ۱۵ روز نگهداری؛ همچنین ویژگی های شیمیایی و حسی این فراورده، می باشد.

[1] -Exocellular polysaccharides (EPS)

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱- نوشیدنی های لبنی اسیدی

نوشیدنی های لبنی اسیدی گروهی از نوشیدنی ها، که با حجم بالای تولید و مصرف می شوند و شامل انواع ماست نوشیدنی و نوشیدنی های مخلوط شیر و عصاره میوه ها می باشند (جنسن و همکاران، ۲۰۱۰). ساختار فیزیکی این فراورده ها متشکل از یک سیستم پروتئینی مایع با ویسکوزیته و پایداری مشابه شیر است (دو و همکاران، ۲۰۰۹) که عمل اسیدی شدن از طریق تخمیر با میکروارگانیسم ها یا اسیدی کردن مستقیم با استفاده از اسید یا عصاره میوه ها روی آن صورت گرفته و همراه یا بدون مواد افزودنی دیگر مانند شکر مصرف می گردند (ناکامارا و همکاران، ۲۰۰۶).

۲-۲- نوشیدنی دوغ

دوغ یک نوشیدنی لبنی اسیدی و از فراورده های قدیمی لبنی ایران است که می توان آن را جزو ماست های نوشیدنی با ویسکوزیته پایین محسوب نمود (تمیم و رابینسون، ۲۰۰۷). سه روش برای تولید دوغ وجود دارد. روش اول که روش سنتی تولید دوغ است شامل رقیق کردن ماست با آب و سپس جدا کردن چربی می باشد. در روش دوم چربی شیر برای تولید ماست، تنظیم شده و دوغ با اختلاط و همگن کردن آب

و ماست تولید می شود در روش سوم عمل تخمیر بر روی شیر با ترکیب استاندارد صورت می پذیرد (کوکسوی و کیلیک، ۲۰۰۳، تمیم و رابینسون، ۲۰۰۷).

بر اساس استاندارد ملی به شماره ۲۴۵۳، دوغ به دو صورت گاز دار و بدون گاز (گرما دیده یا گرما ندیده) تولید می شود. حداکثر pH دوغ ۴/۵ و حداکثر مقدار نمک مجاز ۱ درصد می باشد. استفاده از ترکیبات طبیعی طعم دهنده به شکل عصاره، اسانس های روغنی یا ذرات طبیعی گیاهان رایحه دار خوراکی مانند نعناع، پونه و کاکوتی در دوغ مجاز است. همچنین می توان از اجزای شیر یا فراورده های لبنی شامل پروتئین های شیر، چربی کره، خامه، دوغ کره و آب پنیر تخمیری یا غیر تخمیری در فراورده دوغ استفاده نمود (استاندارد ملی ایران).

۲-۲-۱- ارزش تغذیه ای دوغ

ارزش تغذیه ای دوغ به دلیل میزان آب بیشتر، کمتر از ماست می باشد. ماده اولیه تولید ماست، شیر است، از این رو حاوی تمام پروتئین های شیر با کیفیت تغذیه ای بالا و اسید های آمینه ضروری می باشد. ماست منبع غنی از کلسیم، فسفر، روی و ویتامین ها مانند ویتامین B_2 بوده و طی فرایند تخمیر آنزیم های هضم کننده ترکیبات غذایی از جمله لاکتاز و بتاگالاکتوزیداز، توسط باکتری آغازگر در آن تولید می شود. هضم پروتئین های ماست به دلیل آبکافت نسبی توسط باکتری های آغازگر، همچنین دناتوره شدن نسبی پروتئین های آب پنیر، آسان تر از پروتئین های شیر می باشد. لخته ای که با ورود ماست به معده ایجاد می شود، لخته ای نرم و با قابلیت هضم آسان است (تمیم و رابینسون، ۲۰۰۷).

۲-۲-۲- خواص فیزیکی دوغ

کازئین ها در شیر توسط نیرو های دافعه ناشی از کاپا-کازئین در سطح میسل پایدار شده اند. پایین آوردن pH شیر تا حدود ۴/۶ باعث کاهش نیروی دافعه بین میسل های کازئین می شود و تحت تاثیر نیرو های آب گریز و از هم پاشیدگی ساختار، میسل های کازئین تجمع می یابند (دو و همکاران، ۲۰۰۹).

طی فرایند تولید ماست، باکتری های آغازگر با تولید اسید لاکتیک، pH را کاهش داده و به نقطه ایزوالکتریک کازئین می رسانند. با رسوب کازئین ها، لخته تشکیل شده و یک شبکه سه بعدی متشکل از رشته های کازئین تشکیل می گردد (تمیم و رابینسون، ۲۰۰۷). رشته های کازئین با اعمال نیروی برشی شکسته شده و تکه های پروتئینی ایجاد می شود. اندازه ذرات پروتئینی دوغ، متاثر از فرایند همگن کردن است (سدلمایر، ۲۰۰۴). ذرات پروتئینی ایجاد شده در اثر گسیختگی شبکه پروتئینی ماست، بزرگتر از ذرات کازئین شیر می باشد. این نوشیدنی ها به دلیل افزودن آب، ویسکوزیته پایین دارند. با افزایش ماده جامد کل دوغ، ویسکوزیته تابع درجه برش می گردد (کوکسوی و کیلیک ۲۰۰۳، کیانی و همکاران، ۲۰۱۰).

نوشیدنی های لبنی اسیدی طی نگهداری، تشکیل دو فاز می دهند که فاز ته نشین شده، شامل پروتئین ها و ذرات کلوئیدی و فاز حاوی سرم شامل آب و مواد محلول در آن نظیر لاکتوز و املاح معدنی می باشد. عواملی شامل بزرگ بودن ذرات کلوئیدی دوغ، گرایش ذرات پروتئینی به یکدیگر در اثر نیرو های واندروالس و آب گریز، همچنین ویسکوزیته کم فاز پیوسته سبب می شود که ذرات به هم نزدیک شده، تجمع یافته و رسوب تشکیل شود (کوکسوی و کیلیک، ۲۰۰۳، کیانی و همکاران، ۲۰۱۰).

۲-۲-۳- جلوگیری از دو فاز شدن دوغ

روش های ممکن برای جلوگیری از ایجاد رسوب در دوغ، بر پایه اصول مذکور می تواند شامل افزایش ویسکوزیته سرم و ایجاد شارژ منفی بین ذرات دوغ، مشابه با شرایط پایداری کازئین در شیر باشد. همچنین استفاده از عوامل بهبود دهنده جذب آب، جهت افزایش گرایش ذرات پروتئینی به آب بر کاهش رسوب موثر است. هیدروکلوئید ها به سبب خواص ویژه خود با مکانیسم های مختلف، ویژگی های رئولوژیکی فراورده ها را بهبود می بخشند (کیانی، ۱۳۸۶). به طور کلی هیدروکلوئید ها از نظر ساز و کار به دو دسته تقسیم می شوند. نوع جاذب که در سطح پروتئین قرار گرفته (مانند کاراگینان) و با ایجاد دافعه

فضایی، محصول را پایدار می کند و نوع غیر جاذب که با پروتئین ها واکنشی نداشته (مانند گوار) و از طریق افزایش ویسکوزیته سرم سبب افزایش پایداری می شوند (سایرب و همکاران، ۱۹۹۸).

بررسی تاثیر میزان آب و نمک بر روی جداسازی فازی نشان داد که افزایش میزان آب و نمک ناپایداری آیران[1] را افزایش می دهد. با افزایش سطح نمک از صفر به ۱ درصد شاخص قوام[2] به نصف کاهش پیدا کرد و شاخص رفتار جریان دو برابر شد. نوشیدنی آیران مشابه با دوغ از اختلاط آب و ماست تولید می شود و در فرمولاسیون آن نمک نیز وجود دارد (کوکسوی و کیلیک، ۲۰۰۳).

در پژوهشی پکتین با متوکسیل بالا، صمغ گوار، صمغ دانه اقاقیا و ژلاتین در غلظت های مختلف جهت افزایش میزان پایداری به نوشیدنی آیران با ماده جامد ۷/۸ درصد اضافه گردید. صمغ گوار در غلظت ۰/۲۵ درصد بیشترین قوام و کمترین شاخص رفتار جریان را در نمونه ایجاد و از جداسازی فازی طی ۱۵ روز جلوگیری کرد. صمغ دانه اقاقیا در غلظت ۰/۱ درصد پایداری را بهبود بخشید و در غلظت ۰/۲۵ درصد کاملا از دو فاز شدن جلوگیری نموده و افزایش قوام را به همراه داشت. پکتین با متوکسیل بالا و ژلاتین حتی در غلظت های ۰/۵ درصد منجر به جلوگیری کامل از جداسازی فازی نشدند (کوکسوی و کیلیک، ۲۰۰۴).

ترومپ و همکاران (۲۰۰۴) معتقد هستند که نوشیدنی های اسیدی لبنی نیاز به پایدار کننده هایی مانند پکتین با متوکسیل بالا دارند تا از جداسازی فازی آن ها جلوگیری شود. پکتین (۷۲/۲ درصد استری شده) به نوشیدنی با ۸/۵ درصد ماده خشک اضافه گردید. یافته ها نشان داد که کمتر از ۲۰ درصد پکتین اضافه شده با کازئین واکنش داده، در پایداری موثر است؛ بقیه در سرم محلول بوده و فاقد اثر گذاری است. نتایج نشان داد که pH=۴، مناسب ترین حالت برای واکنش استریک بین پکتین و کازئین می باشد. افزایش فشار همگن سازی از ۵۰ به ۲۵۰ بار سبب کاهش پکتین موجود در سرم شد.

[1] -Ayran
[2] -Consistency index