مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

تاثیر هیدروکلوئیدهای کاپاکاراگینان و کربوکسی متیل سلولز بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی شیر استریل غنی شده با کلسیم

ریحانه کاوند[۱]، مرجانه صداقتی[۲*]، نرگس مورکی[۳]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم زیستی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲-استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم زیستی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳-دانشیار گروه شیلات، دانشکده علوم زیستی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱ /۰۴/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۳۰

کلمات کلیدی:

شیر،

استریل،

پایداری حرارتی،

هیدروکلوئید و کلسیم.

چکیده

با افزایش آگاهی مصرف کنندگان نسبت به اثرات سلامتی بخش کلسیم غنی سازی فرآورده های شیری با کلسیم افزایش یافته است. با این وجود افزودن نمک های کلسیم به شیر می تواند باعث ناپایداری شیر شود.در این تحقیق تاثیر افزودن هیدروکلوئیدهای کربوکسی متیل سلولز (۰،۰۱٪)، کاپا کاراگینان (۰،۰۲٪) و مخلوط کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی شیر استریل غنی شده با کلسیم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل مشخص کرد افزودن کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان تاثیر معنی داری بر pH، اسیدیته و هدایت الکتریکی نمونه های شیر نداشت($p>0.05$) اما در طول زمان نگهداری pH نمونه ها کاهش، اسیدیته و هدایت الکتریکی آنها افزایش معنی دار داشت($p<0.05$). حداکثر پایداری حرارتی در تیمار اول (۰/۰۱ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۰/۱۵ درصد سیترات کلسیم) و سوم(۰/۰۱ درصد کربوکسی متیل سلولز، ۰/۰۲ درصد کاپاکاراگینان و ۰/۱۵ درصد سیترات کلسیم) مشاهده شد، درحالیکه نمونه های شاهد و تیمار دوم (۰/۰۲ درصد کاپاکاراگینان و ۰/۱۵ درصد سیترات کلسیم) پایداری حرارتی کمتری داشتند. نتایج حاصل مشخص کرد در کلیه نمونه ها درصد رسوب با افزایش زمان نگهداری به طور معنی داری افزایش یافت($p<0.05$) اما در نمونه های تیمار و در حضور هیدروکلوئید های کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان درصد رسوب کلسیم به طور معنی داری کاهش و ویسکوزیته افزایش یافت($p<0.05$). به نظر می رسد رسوب شامل تجمعاتی از پروتئین ها و یا ذرات پروتئینی با اندازه های مختلف باشند که همراه با کلسیم و فسفات تحت تاثیر نیروی جاذبه رسوب می کنند. ارزیابی پذیرش کلی مشخص کرد از نظر ارزیاب ها نمونه شاهد و تیمار اول در بین تیمارهای مورد آزمون بیشترین مقبولیت را داشتند. به نظر می رسد کاهش رسوب در تیمار اول و ویسکوزیته پایین تر آن در مقایسه با سایر تیمارها در افزایش امتیاز پذیرش کلی تیمار اول تاثیر گذار بوده است.

DOI: 10.22034/FSCT.19.131.291

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.21.0

* مسئول مکاتبات:

marjanehsedaghati@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.23.4]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.291]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.23.4]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.291]

۱-مقدمه

کلسیم یک ماده مغذی ضروری برای عملکرد های زیستی مانند هدایت عصبی، انقباض عضلانی، تقسیم میتوز، انعقاد خون و حمایت ساختاری از اسکلت بدن است.تحقیقات نشان می دهد که مصرف کافی کلسیم باعث کاهش خطر ابتلا به بیماری های مزمن مانند پوکی استخوان، فشار خون بالا، سرطان روده بزرگ، سرطان سینه، سنگ کلیه، سندرم تخمدان پلی کیستیک، سرطان تخمدان و اختلالات دیگر بدنی می شود.مرجع مصرف رژیم غذایی (DRIs) برای کلسیم برای سنین مختلف در محدوده ۱۳۰۰-۸۰۰ میلی گرم در روز تعیین شده است[۱].

شیر و فرآورده های شیری بهترین منابع طبیعی کلسیم هستند و حدود ۷۵ تا ۸۹ درصد کلسیم مصرفی از این منابع تامین می شود. این منابع شیری دارای میزان کلسیم بالایی هستند و دسترسی زیستی بالایی برای کلسیمدارند.به علاوه، این محصولات سایر مواد مغذی ضروری بدن را نیز فراهم می کنند و مصرف آنها باعث بهبود کیفیت تغذیه ای در رژیم غذایی کودکان و نوجوانان می شود.با این حال، افزایش قیمت شیر منجر به کاهش مصرف شیر ودریافت ناکافی کلسیم در برخی کشورها شده است.لذاصنعت غذا تولید غذاهای غنی شده با کلسیم را برای تامین کلسیم کافی مورد توجه قرار داده است[۲].

غنی سازی شیر با کلسیم فرآیندی چالش برانگیز است،زیرا افزودن نمک های کلسیم می تواند پروتئین های شیر را بی ثبات کند و سبب افزایش رسوب شود، مگر اینکه شرایط غنی سازی به دقت کنترل شود. حدود ۸۰ درصد از کلسیم اضافه شده به شیر به میسل های کازئین متصل هستند و افزایش مقدار کلسیم با افزایش فسفات معدنی و سیترات در میسل همراه خواهد بود[۳].

برای غنی سازی شیر عمدتا از نمک های کلرید کلسیم، لاکتات کلسیم، کربنات کلسیم و سیترات کلسیم استفاده می کنند.سیترات ها که عمدتاً در سرم شیر وجود دارند، نقش مهمی را در تعادل مواد معدنی در شیر بازی می کنند و بخشی از یک سیستم بافری در شیر هستند.سیترات ها ثبات شیر را با تشکیل کمپلکس های محلول با کلسیم و جلوگیری از رسوب فسفات کلسیم بهبود می بخشند. مقدار متوسط سیترات در شیر ۱۱-۷ میلی مولار است، که به طور قابل توجهی تحت تاثیر تغذیه و مرحله شیردهی می باشد[٤].

یکی از مشکلات مرتبط با تولید شیر UHT غنی شده با کلسیم تشکیل رسوب در طول دوره ذخیره سازی است. تیمار حرارتی UHT سبب دناتوراسیون اغلب پروتئین های آب پنیر، برهمکنش میسل های کاپا کازئین و پروتئین های سرمی دناتوره شده، برقراری پیوندهای عرضی پروتئین ها با کلسیم و افزایش میزان رسوب می شود.کمپلکس های پروتئین–کلسیم می‌توانند تحت تأثیر نیروی گرانش و وزن خود رسوب کنند. غلظت کلسیم و pH شیر اثرات قابل توجهی بر میزان رسوب در شیرهای غنی شده UHT دارند. تحقیقات نشان می دهد با افزایش غلظت یون کلسیم و کاهش pH میزان رسوب افزایش می یابد[۵].

سینگ و همکاران در سال ۲۰۰۷ در بررسی پایداری حرارتی شیرهای غنی شده با کلسیم گزارش کردند پایداری حرارتی شیر در حضور نمک های کلرید کلسیم، لاکتات کلسیم و گلوکونات کلسیم کاهش می یابد[٦]. کوآشیک و همکاران در سال ۲۰۱۵ در بررسی ثبات حرارتی شیرهای غنی شده با کلسیم گزارش کردند ثبات حرارتی شیرهای غنی شده با سیترات کلسیم بالاتر از شیرهای غنی شده با کلرید کلسیم، استات کلسیم و هیدروکسید کلسیم بود[۷]. لویز و همکاران در سال ۲۰۱۱ در بررسی تاثیر نمک های کلسیم و pH بر پایداری شیرهای UHT گزارش می‌کنند که با کاهش pH و افزایش غلظت کلسیم میزان رسوب افزایش می یابد[۸]. تسولپاس و همکاران در سال ۲۰۱۰ در بررسی اثرات افزودن ترکیبات پایدارکننده بر پایداری شیرهای استریل گزارش کردند سدیم دی هیدروژن فسفات سبب کاهش رسوب و افزایش پایداری شیرهای استریل می گردد[۹].

اخیرا در تحقیقات از صمغ های هیدروکلوئیدی نظیر کربوکسی متیل سلولز[1] و کاپاکاراگینان[2] به عنوان پایدارکننده در فرآورده های شیری حاوی پروتئین استفاده می کنند. این هیدروکلوئیدها با افزایش ویسکوزیته و بهبود خصوصیات بافتی مانع تجمع پروتئین های شیر می شوند. پایدارکننده ها می توانند از طریق برقراری پیوند با پروتئین ها از تجمع میسل های کازئین جلوگیری کنند.ترکیبات باردار منفی در سطح کربوکسی متیل سلولز وکاپاکاراگینان با بارمثبت در سطح میسل های کازئین پیوند برقرار می کنند و تشکیل شبکه ژلی

1. Carboxymethylcellulose
2. Kappa-carrageenan

می دهند و منجر به کاهش تجمع میسل های کازئین می شوند. همچنین این هیدروکلوئیدها با جذب آب و افزایش ویسکوزیته می توانند به پایداری سیستم غذایی کمک کنند[۱۰و ۱۱].

اگرچه تحقیقات مختلفی در زمینه تاثیر نمک های کلسیم بر پایداری حرارتی شیرهای غنی شده انجام شده است اما تاکنون هیچ تحقیقی در خصوص کاهش رسوب و افزایش پایداری شیرهای غنی شده با کلسیم انجام نشده است. از آنجا که آگاهی و تمایل مصرف کنندگان نسبت به شیرهای غنی شده افزایش یافته است اما تشکیل رسوب در شیرهای UHT در پی غنی سازی با کلسیم، به چالشی در صنعت غذا مبدل شده است،هدف از این پژوهش بررسی تاثیر هیدروکلوئید کاپا کاراگینان و کربوکسی متیل سلولز بر خواص فیزیکوشیمیایی و پایداری شیر استریل غنی شده با کلسیم در طول دوره نگهداری است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱-مواد مورد نیاز

این پژوهش در سال ۱۴۰۰ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال (آزمایشگاه تحقیقاتی گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی) و شرکت پگاه تهران انجام شد.به منظور انجام این پژوهش، از شیر خام تهیه شده در شرکت پگاه تهران استفاده شد. سیترات کلسیم ترا هیدرات پودری از شرکت داخلی زحل شیمی، کربوکسی متیل سلولزاز شرکت شاندونگ یولانگ چینی[3]، کاپا کاراگینان از شرکت کاتک[4]،دی هیدروژن فسفات، هیدروکسید سدیم و اتانول از شرکت مرک تهیه گردید.

۲-۲-روش ها

۲-۲-۱- روش تهیه شیر غنی شدهUHT

در این مطالعه ٤ نمونه شیر UHT غنی شده با کلسیم تهیه شد. به این منظور، شیر خام تهیه شده در شرکت پگاه تهران در سالن تحقیق و توسعه با چربی ۲/۵ ٪ استاندارد سازی شد. در این آزمون تیمارهای شاهد (۰,۱۵٪ سیترات کلسیم)، تیمار ۱ (۰,۱۵٪ سیترات کلسیم و ۰,۰۱٪ کربوکسی متیل سلولز)، تیمار ۲ (۰,۱۵٪ سیترات کلسیم و ۰,۰۲٪ کاپا کاراگینان) و تیمار ۳ (۰,۱۵٪ سیترات کلسیم، ۰,۰۱٪ کربوکسی متیل سلولز و ۰,۰۲٪ کاپا کاراگینان) تهیه شدند. بدین منظور پس از افزودن سیترات کلسیم، کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان به منظور اختلاط کامل به نمونه های شیر اضافه شده و تا دمای ۷۰ درجه سانتیگراد با روش بن ماری حرارت دیدند. سپس نمونه ها با فشار ۱۲۵ بار در دستگاه هموژنایزر (APV Hemogenizer,) یکنواخت شد.سپس نمونه های شیر درر دستگاه استریلیزاتور (UHT pilot plant APV) در دمای ۱۴۳ درجه سانتیگراد به مدت ٤ ثانیه استریل شده و تا دمای ٤ درجه سانتیگراد خنک شدند. نمونه ها پس از بسته بندی و نگهداری در یخچال در روز های ۱، ۱۰ و ۲۰ دوره نگهداری آزمون شدند [۷].

۲-۲-۲- آزمون های فیزیکوشیمیایی و حسی

۲-۲-۲-۱-اندازه گیریpH

pHنمونه شاهد و نمونه های تیمار بااستفاده از pH متر دیجیتال (Mettler Toledo seveneasy)،مطابق روش بیس و همکاران در سال ۱۹۸۱ تعیین شد[۱۲].

۲-۲-۲-۲-اندازه گیری اسیدیته

اندازه گیری اسیدیته قابل تیتر نمونه شاهد و نمونه های تیمار با روش توصیف شده به وسیله بیس و همکاران در سال ۱۹۸۱ تعیین شد. ۱۰ میلی لیتر نمونه شیر کاملا مخلوط شده به ارلن ۱۵۰ میلی لیتری منتقل شد. سپس چند قطره معرف فنل فتالئین به ارلن اضافه گردید. محتویات ارلن به وسیله محلول هیدروکسید سدیم 0.1 نرمال تا ظهور رنگ صورتی پایدار تیتر گردید[۱۲]. اسیدیته نمونه مطابق فرمول زیرمحاسبه گردید:

درصد اسیدیته =N×۰,۰۰۹×۱۰۰/M

N = حجم سود ۰,۱ نرمال مصرف شده برحسب میلی لیتر

M = وزن نمونه ماست

۲-۲-۲-۳-آزمون ثبات حرارتی

نمونه شیر شاهد به هشت قسمت ۵۰ میلی لیتری تقسیم شد و در یک حمام آب، با دمای کنترل شده ۲۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. لوله اول به عنوان شاهد با pH برابر ۷ نگهداری شد. pH نمونه های دیگر بین ٦/٤ تا ۷ با اختلاف فاصله ۰/۱ واحد pH با افزودن سدیم دی هیدروژن فسفات۱۰٪ یا دی سدیم هیدروژن فسفات تنظیم شدند. پس از تنظیم PH، تمام نمونه های شیر در دمای یخچال ٤ تا ٦درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه نگهداری شدند و سپس دمای هر نمونه در ۲۰

3. Shandong Yulong
4. KaTech

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.23.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.291]

درجه سانتی گراد در حمام آب تنظیم شد. pHکلیه نمونه هامجددا بین ٦/٤ تا ٧ با اختلاف فاصله٠/١واحد pH تنظیم شد. ثبات حرارتی به عنوان زمان انعقاد حرارتی (HCT) مطابق روش آرورا و همکاران در سال ٢٠٠٥ تعیین شد[١٣].

٢-٢-٢-٤-آزمون هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی نمونه‌های شیر شاهد و تیمار شده با استفاده از هدایت سنجدیجیتال (Mettler Toledo MC226)و میزان کلسیم با دستگاه اسپکتروفتومتر (Cecil 7400 UV Visible) تعیین شد [٧ و ١٤].

٢-٢-٢-٥-آزمون رسوب

برای انجام آزمون رسوب مطابق روش ویلیامز و همکاران در سال ٢٠٠٥ ابتدا ٥٠ میلی لیتر از نمونه شیر به داخل بطری سانتریفوژ (Beckman J6-HC) منتقل گردید و به مدت ١٠ دقیقه در g ٢٠٠سانتریفوژ شدند. سپس بخش عمده سوپرناتانت تخلیه شد و به ویال ها مجددا ٥٠ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد و کاملا مخلوط شده و مجددا به مدت ١٠ دقیقه در g ٢٠٠سانتریفوژ شدند پس از ٣٠ دقیقه درصد رسوب به صورت درصد وزنی/وزنی مشخص شد[١٥].

٢-٢-٢-٦-آزمون ویسکوزیته

ویسکوزیته نمونه‌ها در دمای ٢٥ درجه سانتی گراد با ویسکومتر بروکفیلد (Brookfield HBDV-IPrime) اندازه‌گیری شد. برای حفظ دقیق دما در ٢٥ درجه سانتی گراد، آزمایش با کنترل دما به روش ترمواستاتیک انجام شد[١٥].

٢-٢-٢-٧-ارزیابی حسی

از ١٢ ارزیاب آموزش دیده برای ارزیابی خصوصیات حسی شیرهای UHTشاهد و غنی شده در روزهای ١٠ و ٢٠ نگهداری استفاده شد. از روش هدونیک ٩ نقطه ای (١=ضعیف، ٥ =متوسط و ٩= عالی) استفاده شد. رنگ، طعم، بو، بافت و پذیرش کلی پارامترهای ارزیابی حسی بودند که توسط ارزیاب ها بررسی شدند[١٦].

٢-٢-٢-٨-تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق تاثیر افزودن هیدروکلوئید کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان بر اساس طرح کاملا تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. کلیه داده های این پژوهش، با استفاده از آزمون K-S از نظر توزیع نرمال مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین ها به ترتیب با روش ANOVA و آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ٩٥٪توسط نرم افزار SPSS (نسخه ١٦) انجام شد. داده ها با توزیع غیر نرمال با استفاده از آزمون کروسکال والیس در سطح $p<0.05$ مقایسه شدند.نمودارها نیز با نرم افزار اکسل ٢٠١٠رسم گردید.

٣- نتایج و بحث

٣-١-pH و اسیدیته

pH و اسیدیته نمونه های مختلف شیر درطول دوره نگهداری در نمودار ١ و ٢ نشان داده شده است. کاهش pH با افزایش اسیدیته در طول دوره نگهداری همراه است. کمترین pH و بیشترین اسیدیته درروز بیستم و در نمونه شاهد و بیشترین pH و کمترین اسیدیته در روز اول آزمون در تیمار اول که حاوی سیترات کلسیم و کربوکسی متیل سلولز است، مشاهده می شود. pH و اسیدیته نمونه های شیر UHT به ترتیب در محدوده ٦,٨٨-٦,٠٣ و ١٢,٥-٢٤,٠٥ درجه دورنیک قرار داشت. نتایج حاصل مشخص کرد افزودن هیدروکلوئید کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان تاثیر معنی داری بر میزان pH و اسیدیته نمونه های تیمار شده نداشت($p>0.05$) اما pH در طول زمان کاهش معنی دار و اسیدیته افزایش معنی داری داشت($p<0.05$).

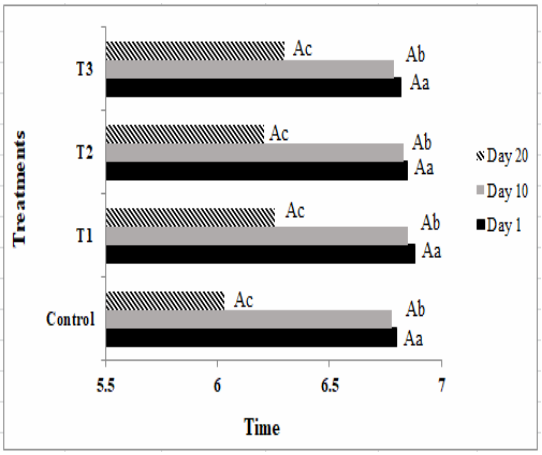

Fig1 The pH changes in samples of sterile milk containing different stabilizers during the storage period ((Control (0% hydrocolloid), T_1 (0.01%Carboxymethylcellulose), T_2 (0.02% κ-carrageenan), T_3 (0.01%Carboxymethylcellulose, 0.02% κ-carrageenan))(Means followed by different letters (A–Z) show significant different (P<0.05) between treatments at the same time and means followed by different letters (a–z) show significant different (P<0.05) during storage period at a same treatment).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.23.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.291]

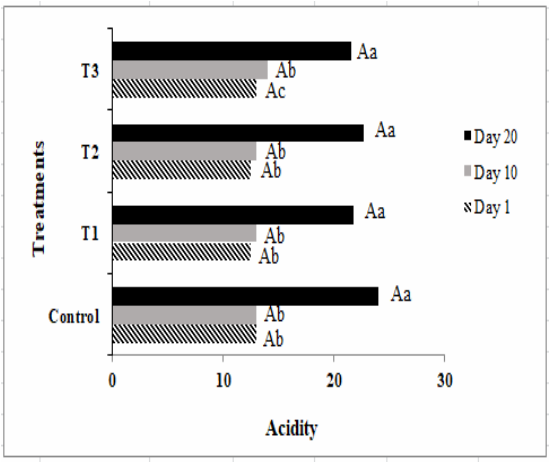

Fig 2 The Acidity changes in samples of sterile milk containing different stabilizers during the storage period ((Control (0% hydrocolloid), T_1 (0.01%Carboxymethylcellulose), T_2 (0.02% κ-carrageenan), T_3 (0.01%Carboxymethylcellulose, 0.02% κ-carrageenan)),(Means followed by different letters (A–Z) show significant different ($P<0.05$) between treatments at the same time and means followed by different letters (a–z) show significant different ($P<0.05$) during storage period at a same treatment).

به نظر می رسد علت کاهش pH در طول دوره نگهداری مربوط به پیشرفت واکنش میلارد باشد. در این واکنش پیچیده در کنار تشکیل رنگدانه های قهوه ای، لاکتوز ایزومریزه و تخریب می شود و سبب ایجاد مقادیر قابل توجهی اسید فرمیک می شود که عامل اصلی کاهش pH است. کاهش pH می تواند مربوط به تشکیل پیوند عرضی بین پروتئین ها باشد یا دفسفوریلاسیون کازئین منجر به آزاد شدن پروتون ها و کاهش pH شود[۱۷].

با توجه به عدم وجود تفاوت معنی دار در pH و اسیدیته نمونه های تیمار شده در مقایسه با شاهد، هیدروکلوئیدهای کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان تاثیر مثبتی بر رشد باکتری های لاکتیکی در طول دوره نگهداری نداشته اند.

آنانم و همکاران در سال ۲۰۱۲ نیز pH نمونه های شیر شاهد را ۶٫۸۳ گزارش کردند [٤] اما بر خلاف تحقیق اخیر که افزودن سیترات کلسیم به نمونه های شیر تاثیری بر کاهش pH نمونه های شیر نداشت، افزودن کلرید کلسیم در تحقیق آنها سبب pH را به ۶٫۳ کاهش داد.کوآشیک و همکاران نیز در سال ۲۰۱۵ در بررسی تاثیر نمک های کلسیم بر pH شیر گزارش کردند افزودن سیترات کلسیم تاثیر معنی داری بر pH شیر نداشت اما افزودن گلوکونات کلسیم و کلرید کلسیم سبب کاهش pH نمونه های شیر شد[7].کارسون و همکاران در سال ۲۰۱۹ نیز کاهش pH از ٦٫٦١ به٦٫٣٥ شیرهای استریل را در طول دوره نگهداری را گزارش کردند و علت این کاهش را به پیشرفت واکنش های میلارد نسبت دادند [۱۷].

۳-۲-ثبات حرارتی

ثبات حرارتی شیر استریل غنی شده با کلسیم و هیدروکلوئیدها درطول دوره نگهداری در شکل ۳نشان داده شده است. ثبات حرارتی نمونه شاهد در pH طبیعی شیر (٦٫٦٧) در روز اول آزمون ۱۷دقیقه بود و حداکثر پایداری حرارتی برابر ۲٦٫۷ دقیقه در pH برابر ٦٫٦ بود که در ناحیه اسیدی pH طبیعی قرار داشت. در شیرهای تیمار شده با افزودن دو هیدروکلوئید کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان تغییر معنی داری در pH مشاهده نشد و لذا حضور این دو هیدروکلوئید تاثیری در ناپایداری حرارتی نمونه های تیمار شده نداشت. pH نمونه ها با استفاده از سدیم دی هیدروژن فسفات بین ٦٫٤ تا ۷تنظیم شد. مطابق نتایج نمودار ۳، حداکثر پایداری حرارتی نمونه های شیر تیمار شده در pH برابر ٦٫٦ مشاهده شد که در ناحیه اسیدی pH خنثی نمونه های شیر بود. حداکثر پایداری حرارتی در نمونه های تیمار T_1 وT_3که به ترتیب حاوی کربوکسی متیل سلولز و مخلوط کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان بودند مشاهده شد، درحالیکه نمونه های شاهد و تیمار T_2 پایداری حرارتی کمتری داشتند. نتایج تحقیق اخیر نشان می دهد، نمونه های شیر غنی شده با سیترات کلسیم پایداری حرارتی بالاتری را در pH خنثی نشان می دهند لذا افزودن سیترات کلسیم تاثیر منفی بر پایداری حرارتی شیر های غنی شده نداشت. ویاس و تانگ در سال ۲۰۰٤ در بررسی اثرات غنی سازی شیر با سیترات کلسیم بر پایداری حرارتی شیرهای بازساخته گزارش کردند ثبات حرارتی شیر تابع نوع نمک کلسیم مورد استفاده در شیر و pH است و پایداری حرارتی شیر در حضور سیترات کلسیم در مقایسه با سایر نمک های کلسیم افزایش یافت[۱۸].سینگ و همکاران در سال ۲۰۰۷ در بررسی پایداری حرارتی شیرهای غنی شده با کلسیم گزارش کردند یک ارتباط مهم بین میزان کلسیم، غلظت پروتئین و پایداری حرارتی وجود دارد و غلظت پروتئین یکی از فاکتورهای موثر در پایداری حرارتی شیر است[٦].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.23.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.291]

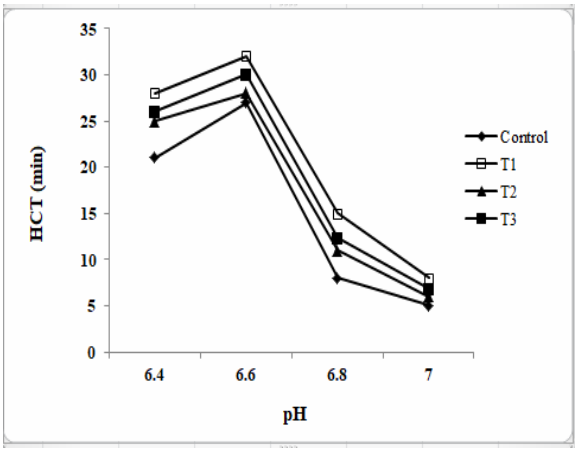

Fig 3 The heat stability changes in samples of sterile milk containing different stabilizers storage ((Control (0% hydrocolloid), T_1 (0.01%Carboxymethylcellulose), T_2 (0.02% κ-carrageenan), T_3 (0.01%Carboxymethylcellulose, 0.02% κ-carrageenan)).

۳-۳-درصد رسوب

یکی از مشکلات عمده در تولید شیر استریل تشکیل رسوب در طول دوره نگهداری می باشد. درصد رسوب نمونه های شیر استریل غنی شده با کلسیم و هیدروکلوئیدها درطول دوره نگهداری در شکل ٤ نشان داده شده است. نتایج حاصل نشان می دهد در کلیه نمونه ها درصد رسوب با افزایش زمان نگهداری به طور معنی داری افزایش یافته است($p<0.05$). گوار و همکاران در سال 2018 نیز گزارش کردند افزودن نمک های کلسیم به شیر و کاهش pH در طول دوره نگهداری شیر استریل سبب افزایش رسوب می شود [۱۹].به نظر می رسد رسوب شامل تجمعاتی از پروتئین ها و یا ذرات پروتئینی با اندازه های مختلف باشند کههمراه با کلسیم و فسفات تحت تاثیر نیروی جاذبه رسوب می کنند. تجمع میسل های کازئین سبب افزایش میزان رسوب می شود و تشکیل رسوب در طول دوره نگهداری افزایش می یابد[5]. به نظر می رسد غلظت کلسیم و pH تاثیرات معنی داری بر میزان رسوب در طول دوره نگهداری دارند و غنی سازی شیر گاو با نمک های کلسیم سبب افزایش قابل توجه در میزان رسوب کلسیم می شود[٦]. تنظیم pH، استفاده از غلظت مناسب نمک های کلسیم در غنی سازی و هموژنیزاسیون به عنوان راهکارهایی موثر در کاهش درصد رسوب شیرهای غنی شده استریل پیشنهاد شده اند[20]. نتایج نمودار ٤ نشان می دهد در کلیه نمونه های تیمار و در حضور هیدروکلوئید های کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان درصد رسوب کلسیم به طور معنی داری کاهش یافته است($p<0.05$). کمترین درصد رسوب در نمونه T_1و بیشترین درصد رسوب در نمونه شاهد مشاهده گردید. میسل های کازئین در شیر تازه (pH 6.7)در اثر دافعه فضایی بین میسل ها پایدار هستند اما تغییرات pH در طی دوره نگهداری و غلظت یون کلسیم سبب ناپایداری و رسوب میسل های کازئین می شود.به نظر می رسد علت کاهش رسوب و افزایش پایداری نمونه های شیر در حضور کاپاکاراگینان برهمکنش الکتروستاتیک کاپاکاراگینان با پروتئین های شیر باشد. ایجاد ساختارهای ژلی در اثر برهمکنش بین مناطق با بار مثبت و بار منفی در ساختار کاپاکاراگینان و پروتئین عامل اصلی کاهش رسوب می باشد. همچنین کربوکسی متیل سلولز به عنوان هیدروکلوئید با بار منفی در شیر های غنی شده وجود داشته و با جذب آب سبب افزایش ویسکوزیته شده و با ایجاد ساختارهای توسعه یافته سبب افزایش پایداری شیر و کاهش رسوب می شوند[۲۱ و ۲۲].

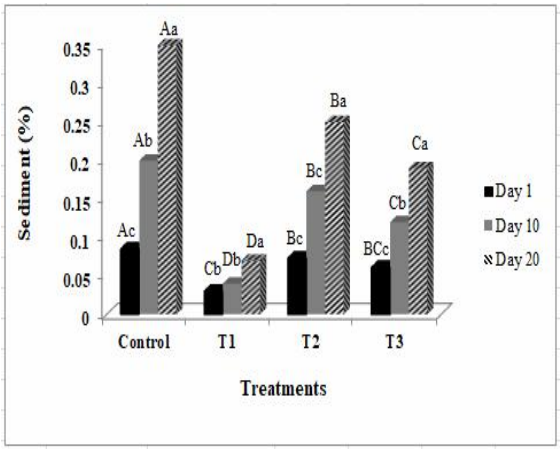

Fig 4 The sedimentation percentage changes in samples of sterile milk containing different stabilizers storage ((Control (0% hydrocolloid), T_1 (0.01%Carboxymethylcellulose), T_2 (0.02% κ-carrageenan), T_3 (0.01%Carboxymethylcellulose, 0.02% κ-carrageenan)), (Means followed by different letters (A–Z) show significant different ($P<0.05$) between treatments at the same time and means followed by different letters (a–z) show significant different ($P<0.05$) during storage period at a same treatment).

دو و همکاران در سال ۲۰۰۷ در بررسی تاثیر کربوکسی متیل سلولز بر پایداری شیر های اسیدی گزارش کردند کربوکسی متیل سلولز از طریق تشکیل لایه در سطح میسل های کازئین، افزایش پایداری فضایی و افزایش ویسکوزیته سبب کاهش رسوب در شیرهای اسیدی می شود[۲۳].جی و همکاران در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.23.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.291]

سال ۲۰۰۸ در بررسی تاثیر کاپا کاراگینان در رسوب در شیرهای بازساخته گزارش کردند برهمکنش کاپا کاراگینان با میسل های کازئین در افزایش پایداری و کاهش رسوب در شیرهای بازساخته موثر است[۲٤].

۳-٤-ویسکوزیته

تغییرات ویسکوزیته نمونه های شیر در طول دوره نگهداری در نمودار 5 نشان داده شده است. نتایج حاصل نشان می دهد اگرچه زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر ویسکوزیته نمونه های شیر غنی شده استریل نداشته است($p>0.05$) ، افزودن هیدروکلوئید کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان تاثیر معنی داری بر ویسکوزیته نمونه های شیر غنی شده استریل داشته و سبب افزایش ویسکوزیته نمونه های تیمار شده است($p<0.05$).

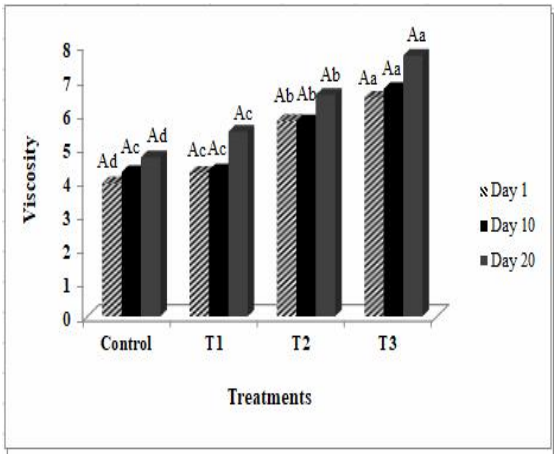

Fig 5 The viscosity changes in samples of sterile milk containing different stabilizers storage ((Control (0% hydrocolloid), T_1 (0.01%Carboxymethylcellulose), T_2 (0.02% κ-carrageenan), T_3 (0.01%Carboxymethylcellulose, 0.02% κ-carrageenan)), (Means followed by different letters (A–Z) show significant different (P<0.05) between treatments at the same time and means followed by different letters (a–z) show significant different (P<0.05) during storage period at a same treatment).

تحقیقات مختلف نشان می دهد علت افزایش ویسکوزیته شیر و محصولات شیری در حضور هیدروکلوئیدهایی نظیر کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان، برهمکنش های الکتروستاتیک قوی بین بارهای مثبت پروتئین های شیر و بارهای منفی سطح هیدروکلوئید و جذب رطوبت به وسیله هیدروکلوئید ها می باشد[۲۵]. کریمی و همکاران در سال ۲۰۱٦ در بررسی تاثیر کربوکسی متیل سلولز و پکتین بر خواص رئولوژیکی شیر طعم دار گزارش کردند کربوکسی متیل سلولز از طریق تشکیل شبکه منظم، جذب رطوبت و ایجاد بافت در افزایش ویسکوزیته در شیرهای طعم دار موثر هستند[۱۱].ارزیکی و همکاران در سال ۲۰۱۹ در بررسی خصوصیات رئولوژیکی فرآورده شیری در حضور هیدروکلوئید جو دوسر و کاپاکاراگینان گزارش کردند کاپاکاراگینان با افزایش برهمکنش های الکتروستاتیک در میسل های کازئین سبب افزایش پایداری فرآورده شیری می شود[۲٦].

۳-۵- مقدار کلسیم و هدایت الکتریکی

غنی سازی شیر با کلسیم به منظور افزایش سطح کلسیم شیر و تامین کافی کلسیم مورد نیاز بدن با مصرف شیر انجام می شود. نتایج حاصل از اندازه گیری مقدار کلسیم شیر در نمونه های شاهد، تیمارهای T_1، T_2 و T_3 وجود (mg/100 ml) ۱۳۰,۳، ۱۷۳,۵، ۱۷۳,۸ و ۱۷٤,۱ کلسیم را در این نمونه ها نشان می دهد.

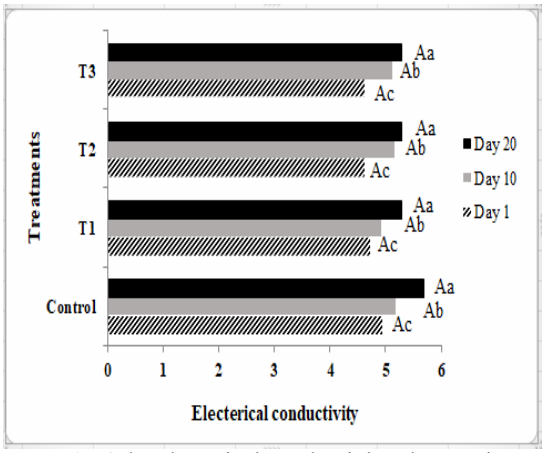

Fig 6 The electerical conductivity changes in samples of sterile milk containing different stabilizers storage ((Control (0% hydrocolloid), T_1 (0.01%Carboxymethylcellulose), T_2 (0.02% κ-carrageenan), T_3 (0.01%Carboxymethylcellulose, 0.02% κ-carrageenan)), (Means followed by different letters (A–Z) show significant different (P<0.05) between treatments at the same time and means followed by different letters (a–z) show significant different (P<0.05) during storage period at a same treatment).

نتایج حاصل نشان می دهد غنی سازی شیر با سیترات کلسیم تاثیر معنی داری بر مقدار کلسیم نمونه های شیر غنی شده در مقایسه با نمونه شاهد داشته است($p<0.05$). هدایت الکتریکی میزان عبور جریان الکتریکی از شیر را نشان می دهد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.23.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.291]

و با استفاده از هدایت الکتریکی اطلاعات ارزشمندی در مورد کیفیت شیر می توان به دست آورد[۲۷]. تغییرات هدایت الکتریکی نمونه های شیر در طول دوره نگهداری در نمودار٦ نشان داده شده است.نتایج حاصل نشان می دهد اگرچه افزودن کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان تاثیر معنی داری بر هدایت الکتریکی نمونه های شیر غنی شده استریل نداشته است($p>0.05$) ، زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر هدایت الکتریکی نمونه های شیر غنی شده استریل داشته و هدایت الکتریکی نمونه ها در طول زمان نگهداری افزایش یافته است($p<0.05$).افزایش هدایت الکتریکی نمونه ها در طول زمان با کاهش pH و افزایش اسیدیته نمونه ها در طول مطابقت داشت. به نظر می رسد با کاهش pH پیوندهای کلسیم و فسفر با پروتئین های کازئینی شیر گسسته شده و آزاد می شوند. در pH های پایین تر فسفر و کلسیم کلوئیدی کاملا محلول بوده و سبب افزایش هدایت الکتریکی می شوند [۲۸].کریم و تبری در سال ۲۰۰٦ در بررسی ارتباط بین هدایت الکتریکی با pH، اسیدیته و شمارش کلی میکروبها در شیر خام گزارش کردند رابطه رگرسیون خطی و معکوس بین pH و هدایت الکتریکی در نمونه های شیر مورد آزمون وجود دارد[۲۹]. کاپتان و همکاران در سال ۲۰۱۱ در بررسی ارتباط بین خصوصیات فیزیکوشیمیایی، میکروبی و هدایت الکتریکی شیر گزارش کردند با کاهش pH در نمونه های شیر، هدایت الکتریکی نمونه ها افزایش می یابد[۲۸].

۳-٦- ارزیابی حسی

از کلیدی ترین عوامل پذیرش و استقبال مصرف کنندگان از شیر و فرآورده های شیری خصوصیات حسی این محصولات می باشد. به عبارتی دیگر خصوصیات حسی تاثیر اساسی بر کیفیت مواد غذایی مختلف دارند. به همین دلیل ارزیابی خصوصیات حسی مواد غذایی با توجه به تاثیر آن بر پذیرش مصرف کننده امری ضروری و لازم است [۳۰]. نمودار۷ نحوه تغییرات در خصوصیات حسی نمونه های شیر غنی شده با کلسیم را در روز ۲۰ دوره نگهداری نشان می دهد. نتایج حاصل از مقایسه داده های حاصل از ارزیابی پنلیست ها در روزهای بیستم نگهداری شیرغنی شده استریل در ٤ گروه آزمایشی نشان داد از نقطه نظر فاکتورهای رنگ، طعم، بو، احساس دهانی، و پذیرش کلی با استفاده از آزمون خی دو کلی، بین تیمار های مورد آزمون تفاوت معنی داری وجود دارد ($p<0.05$). طبق نمودار ۷ نمونه شاهد و تیمار اول که تنها حاوی کربوکسی متیل سلولز بود از مقبولیت بالاتری از نظر عطر و طعم در بین سایر تیمارها برخوردار بود.به نظر می رسد کاهش تولید اسید و افزایش pH در نمونه های تیمار در حضور هیدروکلوئیدها دلیل کاهش امتیاز طعم در نمونه های تیمار باشد.از نظر پارامتر رنگ نمونه شاهد و تیمارهای اول امتیاز بالاتری در مقایسه با تیماردوم و سوم برخوردار بودند.در ارزیابی پارامتر بو نیز نمونه شاهد و تیمار اول که تنها حاوی کربوکسی متیل سلولز بود از مقبولیت بالاتری برخوردار بودند. در حالیکه تیمار شاهد بالاترین امتیاز بافت را به خود اختصاص داد تیمار سوم کمترین امتیاز بافت دارا بود. نتایج حاصل نشان می دهد با افزایش ویسکوزیته در نمونه های تیمار شده با هیدروکلوئید ها مقبولیت نمونه ها از نظر بافت از نظر ارزیاب ها کاهش یافته است.ارزیابی پذیرش کلی مشخص کرد از نظر ارزیاب ها نمونه شاهد و تیمار اول در بین تیمارهای مورد آزمون بیشترین مقبولیت را دارا بودند.

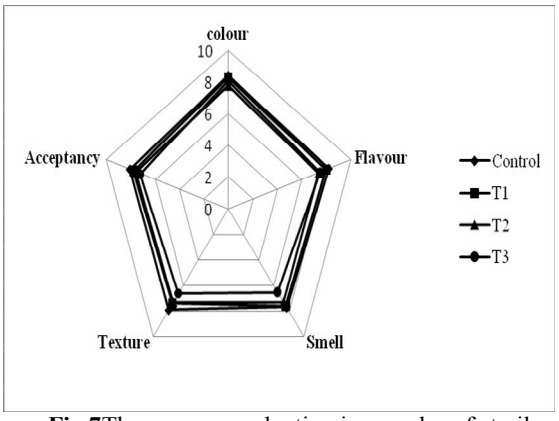

Fig 7 The sensory evaluation in samples of sterile milk containing different stabilizers storage ((Control (0% hydrocolloid), T_1 (0.01%Carboxymethylcellulose), T_2 (0.02% κ-carrageenan), T_3 (0.01%Carboxymethylcellulose, 0.02% κ-carrageenan)) on 20th days.

به نظر می رسد کاهش رسوب در تیمار اول و ویسکوزیته پایین تر آن در مقایسه با سایر تیمارها در افزایش امتیاز پذیرش کلی تیمار اول از نظر ارزیاب ها تاثیر گذار بوده است. کریمی و همکاران در سال ۲۰۱٦ در بررسی تاثیر هیدروکلوئید کربوکسی متیل سلولز و پکتین بر نوشیدنی شیری تاثیر مثبت این هیدروکلوئید ها را بر خواص حسی نوشیدنی شیری گزارش کردند[۱۱]. در حالیکه کشتکاران و همکاران در سال ۲۰۱۲ در بررسی تاثیر صمغ کتیرا بر خصوصیات حسی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.23.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.291]

نوشیدنی خرما گزارش کردند افزودن این هیدروکلوئید سبب افزایش پذیرش کلی نمونه در بین ارزیاب ها می شود[۳۱].

٤-نتیجه گیری

در این مطالعه، نتایج حاصل نشان داد که زمان به طور معنی داری($p<0.05$) بر اکثر خصوصیات فیزیکوشیمیایی مورد ارزیابی تاثیر گذار است. کاهش pH با افزایش اسیدیته و افزایش هدایت الکتریکی در طول دوره نگهداری همراه بود. در ارزیابی پایداری حرارتی مشخص شد، حداکثر پایداری حرارتی نمونه های شیر تیمار شده در pH برابر ٦,٦ مشاهده می باشد. در کلیه نمونه های تیمار و در حضور هیدروکلوئید های کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان درصد رسوب کلسیم به طور معنی داری کاهش یافته است($p<0.05$). افزودن هیدروکلوئید کربوکسی متیل سلولز و کاپا کاراگینان تاثیر معنی داری بر ویسکوزیته نمونه های شیر غنی شده استریل داشت و سبب افزایش ویسکوزیته نمونه های تیمار شد.ارزیابی حسی نمونه ها و ارزیابی پذیرش کلی مشخص کرد از نظر ارزیاب ها نمونه شاهد و تیمار اول در بین تیمارهای مورد آزمون بیشترین مقبولیت را دارا بودند. با توجه به کاهش معنی دار درصد رسوب در تیمار اول و در حضور کربوکسی متیل سلولز، پایداری حرارتی بالای این نمونه و امتیاز بالای این نمونه در ارزیابی حسی، تیمار اول به عنوان بهترین نمونه جهت تولید در مقیاس صنعتی معرفی شد.

٥-منابع

[1] Perales, S., Barberaa, R., Lagarda, M. J., Farrea, R. (2006). Fortification of Milk with Calcium: Effect on Calcium Bioavailability and Interactions with Iron and Zinc. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.54*: 4901-4906.

[2] Szajnar, K., Znamirowska, A., Kalicka, D., Zaguła, G. (2017). Fortification of yoghurts with calcium compounds. *Journal of Elementology.22*:869–879.

[3] Karlsson, M. A., Lundh, A., Innings, F., Höjer, A., Wikström, M., Langton, M. (2019). The Effect of Calcium, Citrate, and Urea on the Stability of Ultra-High Temperature Treated Milk: A Full Factorial Designed Study. *Foods.8*: 1-13.

[4] On-Nom,N., Grandison, A.S., Lewis, M. J. (2012). Heat stability of milk supplemented with calcium chloride. *Journal* of *Dairy Science.95*:1623–1631.

[5] Deeth, H.C., Lewis, M.J. (2015). Practical consequences of calcium addition to and removal from milk and milk products.*International Journal of Dairy Technology.68*:1-10.

[6]Singh, G., Arora, S., Sharma, G. S., Sindhu, J. S., Kansal, V. K., Sangwan, R. B. (2007).Heat stability and calcium bioavailability of calcium-fortified milk.*LWT*-Food Science and Technology.*40*: 625-631.

[7] Kaushik, R., Sachdeva, B., Arora, S. (2015). Heat stability and thermal properties of calcium fortified milk.*CyTA – Journal of Food*. *13*: 305–311.

[8] Lewis, M., Grandison, A., Lin, M-J., Tsioulpas, A. (2011).Ionic calcium and pH as predictors of stability of milk to UHT processing.*Milchwissenschaft-Milk Science International. 66*: 197–200.

[9]Tsioulpas, A., Koliandris, A., Grandison, A. S., Lewis, M. J. (2010). Effects of stabiliser addition and in-container sterilisation on selected properties of milk related to casein micelle stability. *Food Chemistry*.*122*: 1027-1034.

[10] Thaiudom,S., Goff, H. D. (2003). Effect of k-carrageenan on milk protein polysaccharide mixtures.*International Dairy Journal*.*13*:763-771.

[11] Karimi, N., Sani, A. M., Pourahmad, R. (2016). Influence of carboxy methyl cellulose (CMC) and pectin on rheological, physical stability and sensory properties of milk and concentrated jujuba mixture. *Journal of Food Measurement and Characterization*.*10*, 396-404.

[12] BIS. (1981). Handbook of food analysis.Dairy products. New Delhi:Bureau of Indian Standards.

[13] Arora, S., Ranjan, P., Sharma, G. S., Sindhu, J. S., Singh, G., Singh, A. K., &Kansal, V. K. (2005). Effect of calcium fortification on heat stability and physico-chemical properties of mixed (cow andvbuffalo 1:1) milk. *Indian Journal of Dairy Science.58*(4): 242–246.

[14] Lazgin, A. J., Sameer, A. R. (2018).Spectrophotometric determination of calcium with 1-(2-pvridvlazo)-2-Napthol sensitized by Tween 80 application to various samples.*IOP Conference,454*,

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.23.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.291]

carrageenan in reconstituted skim milk.*Food Hydrocolloids*.*22*: 56-64.

[25] Park, Y. W., Oglesby, J., Hayek, S. A., Aljaloud, S. O., Gyawali, R., Ibrahim, S. A. (2019). Impact of Different Gums on Textural and Microbial Properties of Goat Milk Yogurts during Refrigerated Storage.*Foods*.*8*: 169.

[26] Zarzycki, P., Ciolkowska, A. E., Jablonska-Rys, E., Gustaw, W. (2019).Rheological properties of milk-based desserts with the addition of oat gum and κ-carrageenan.*Journal of Food Science and Technology*.*56*: 5107-5115.

[27] Mabrook, M., Petty, M. (2003).Effect ofcomposition on the electrical conductivity of milk.*Journal of Food Engineering*.*69*(3):321-325.

[28] Kaptan, B., Kayisoglu, S., Demirci, M. (2011). The Relationship Between Some Physico-Chemical, Microbiological Characteristics and Electrical Conductivity of Milk Stored at Different Temperature. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*.*8*(2):13-22.

[29] Karim, G., Tabari, M. (2006).Relationship between electrical conductivity with pH, acidity and total microbial count in raw milk.*Iranian journal of food science and industry*.*3*(3), 1-8.

[30] KargarMotlagh, D., Sharifan, A. . (2021).Investigating the production of probiotic lactic butter: the effect of strain type and storage time on the viability of probiotic bacteria and physicochemical, microbiological and organoleptic characteristics, Iranian *Journal of food science and industry*.*124*: 39-51.

[31] Keshtkaran, M., Mohammadifar, M. A., Asadi, Gh. (2012).Investigating the effect of two types of Katira gum on some rheological, physical and sensory properties of date milk drink.*Journal of Nutritional Sciences and Food Industries of Iran,3*: 31-42.

012089.

[15] Williams, R. P. W., Ath, L., Augustin, M. A. (2005). Production of calcium-fortified milk powders using soluble calcium salts. *Lati*.*85*: 369-381.

[16] Desai, N. T., Shepard, L., Drake, M. A. (2013). Sensory properties and drivers of liking for Greek yogurts, *Journal* of *Dairy Science*.*96*:7454–7466.

[17] Karlsson, M. A., Langton, M., Innings, F., Malmgren, B., Hojer, A., Wikstrom, M., Lundh, A. (2019). Changes in stability and shelf-life of ultra-high temperature treated milk during long term storage at different temperatures. Heliyon. 5: e2431.

[18] Vyas, H. K., Tong, P. S. (2004). Impact of source and level of calcium fortification on the heat stability of reconstituted skim milk powder.*Journal of Dairy Science.87*: 1177–1180.

[19] Gaur, V.,Schalk, J., Anema, S.G. (2018). Sedimentation in UHT milk.*International Dairy Journal.* 78: 92-102.

[20] Anema, S. G. (2019). Age Gelation, Sedimentation, and Creaming in UHT Milk: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.*18*: 140-166.

[21] Ntazinda, A., Cheserek, M., Sheng, L.X., Meng, J., Lu, R-R.(2014). Combination effect of sodium carboxymethyl cellulose and soybean soluble polysaccharides on stability of acidified skimmed milk drinks.Dairy Science and Technology.*94*: 283-295.

[22] Rodd, A. B., Davis, C. R., Dunstan, D. E., Forrest, B. A, Boger, D. V. (2000). Rheological characterisation of weak gel' carrageenanstabilised milks. *Food Hydrocolloids.14:* 445–454.

[23] Du, B., Li, J., Zhang, H., Chen, P., Huang, L., Zhou, J. (2007). The stabilization mechanism of acidified milk drinks induced by carboxymethylcellulose.*Dairy Science and Technology*.*87* (4): 287-300.

[24] Ji, S., Corredig, M., Goff, H. D. (2008).Aggregation of casein micelles and k-

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.23.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.291]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-13]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.131.23.4]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.131.291]

The effect of kappa-carrageenan and carboxy methyl cellulose hydrocolloids on the physicochemical and organoleptic properties of calcium-enriched sterile milk

Kavand, R. [1], Sedaghati, M. [2]*, Mooraki, N. [3]

1. M. Sc, Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Biological Sciences, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Biological Sciences, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Associate Professor, Department of Fisheries Science, Faculty of Biological Sciences, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

ABSTRACT

With the increasing awareness of consumers regarding the health effects of calcium, the enrichment of dairy products with calcium has increased. However, adding calcium salts to sterile milk can cause milk instability and increase sedimentation. In this research, the effect of adding hydrocolloids of carboxymethyl cellulose (0.01%), kappa carrageenan (0.02%) and a mixture of carboxy methyl cellulose and kappa carrageenan on the physicochemical and sensory properties of calcium-enriched sterile milk was investigated. The results indicated that the addition of carboxy methyl cellulose and kappa carrageenan had no significant effect on the pH, acidity, and electrical conductivity of milk samples ($p>0.05$), but during the storage period, the pH of the samples decreased, and their acidity and electrical conductivity increased significantly ($p<0.05$). The maximum thermal stability was observed in the first treatment (0.01% carboxymethyl cellulose and 0.15% calcium citrate) and the third (0.01% carboxymethyl cellulose, 0.02% capacarrageenan and 0.15% calcium citrate), while Control samples and the second treatment (0.02% capacarrageenan and 0.15% calcium citrate) had less thermal stability.The results showed that in all the samples, the percentage of precipitation increased significantly with increasing storage time ($p<0.05$), but in the treatment samples and in the presence of carboxy methyl cellulose hydrocolloids and kappa carrageenan, the percentage of calcium precipitation decreased and viscosity increased significantly ($p<0.05$). It seems that the sediment consists of accumulations of proteins or protein particles of different sizes that are precipitated together with calcium and phosphate under the influence of gravity. Evaluation of overall acceptance determined that the control sample and the first treatment were the most acceptable among the tested treatments. It seems that the reduction of sediment in the first treatment and its lower viscosity compared to other treatments have been effective in increasing the overall acceptance score of the first treatment in terms of evaluators.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 07/ 14
Accepted 2022/ 11/ 21

Keywords:

Milk,
Sterile,
Heat stability,
Hydrocolloid and calcium.

DOI: 10.22034/FSCT.19.131.291
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.21.0

*Corresponding Author E-Mail:
marjanehsedaghati@yahoo.com