✓ پژوهش و سازندگی، شماره ۳۶، پائیز ۱۳۷۶

تولید کازئین اسیدی - لاکتیکی و آنزیمی از شیر پس چرخ و مقایسه راندمان و کیفیت فیزیکوشیمیائی محصولات به دست آمده

● رضا ابرار، عضو هیأت علمی دفتر مراکز آموزش عالی معاونت آموزش و تحقیقات جهاد سازندگی
● سیدعلی مرتضوی، استاد دانشگاه فردوسی مشهد
● محمدرضا کوشکی، عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس دانشکده کشاورزی

چکیده بخش فرآورده‌های شیر هر کشور بدون نگاه جدی و همه سویه به جنبه‌های صادراتی و بازرگانی در سطح جهانی نمی‌تواند به شکوفایی و توسعه چشم داشته باشد. صنایع تبدیل مواد غذایی کشاورزی در بخش صنعت کشورهای در حال توسعه به دلیل دارا بودن بیشترین ضریب تبدیل مواد اولیه خام باید از اهمیت بیشتری برخوردار باشد طبعاً در این صنایع آن دسته که بالاترین مقدار ضریب را به خود اختصاص می‌دهد از جمله صنایع شیر مد نظر قرار خواهد گرفت. یکی از موارد مهم استفاده از شیر پس‌چرخ تولید کازئین صنعتی و خوراکی از آن می‌باشد. اگرچه کازئین صنعتی غیر خوراکی است

مقدمه

شیر حاوی مواد مغذی با اهمیت از جمله پروتئین، چربی، کربوهیدرات، مواد معدنی و ویتامین می‌باشد بعضی از ترکیبات شیر اختصاصی بوده و در غذاهای دیگر وجود نداشته و یا اینکه به مقدار خیلی ناچیز وجود دارد. ترکیبات شیر ضمن داشتن ارزش تغذیه‌ای خوب دارای خصوصیات عملکردی بسیار بالا می‌باشند که از آنها در انواع فرآورده‌های خوراکی و غیر خوراکی استفاده می‌شود. پروتئین‌های شیر به دو گروه تقسیم می‌شوند:

کازئین‌ها که ۷۸ درصد وزن کل پروتئین شیر و پروتئین‌های سرم شیر که بیشتر از ۱۷ درصد از وزن کل پروتئین شیر را تشکیل می‌دهند. علاوه بر این حدود ۵ درصد از وزن کل مواد ازته شیر مواد نیتروژن‌دار غیر پروتئینی می‌باشد.

کازئین به عنوان پروتئین اصلی شیر بدین صورت تعریف می‌شود که یک گروه ناهمگن از فسفوپروتئین‌ها بوده که در pH حدود ۴/۶ و دمای ۲۰ درجه سانتیگراد از شیر پس‌چرخ رسوب داده می‌شود. کازئین به نسبت زیادی در شیر وجود دارد که علاوه بر ترسیب اسیدی، بوسیله آنزیم رنت، تخمیر لاکتیکی بوسیله فعالیت لاکتیک باکتریها و یا اشباع کردن با سدیم کلراید می‌توان آن را از شیر جدا نمود، ترکیب کازئین وابسته به روش جداسازی آن می‌باشد.

تولید و مصرف کازئین و فرآورده‌های آن در جهان مرتباً رو به افزایش می‌باشد. در سال ۱۹۹۲ تولید جهانی کازئین از مرز ۲۵۳۲۲۴ تن تجاوز نموده که نسبت به سال ۱۹۷۷، ۶۰ هزار تن افزایش را نشان می‌دهد. به طور کلی تولید جهانی کازئین متأثر از تولید هفت کشور نیوزیلند، لهستان، فرانسه، جمهوری ایرلند، هلند، آلمان و دانمارک است که این کشورها در سال ۱۹۹۲ نزدیک به ۹۸ درصد از کل تولید را به خود اختصاص داده‌اند (۳ و ۹). از میان فرآورده‌های تبدیلی شیر، کازئین جایگاه ویژه‌ای در صنایع دیگر دارد. براساس مطالعه‌ای که در کاربردهای خوراکی و غیر خوراکی به عمل آمده کاربردهای خوراکی آن شامل استفاده در صنایع فرآورده‌های گوشتی، غذای کودک، داروسازی و... کاربردهای غیرخوراکی شامل صنایع رنگ، پارچه‌بافی، کاغذسازی، پلاستیک‌سازی، سیمان و غیره می‌باشد. با توجه به اینکه مصرف این ماده در داخل کشور و در صنایع مختلف زیاد می‌باشد، در حال حاضر در کشور هیچگونه تولیدی نداریم و همه ساله مقدار قابل توجهی ارز جهت وارد کردن این محصول صرف می‌گردد.

مواد و روش کار

۱- جداسازی خامه از شیر کامل

اولین قدم جهت تولید و استخراج کازئین استفاده از (سپراتور) جداکننده چربی با کارآیی بالا جهت تولید شیر پس‌چرخ با حداقل چربی می‌باشد، زیرا چربی موجود در کازئین باعث می‌شود که در مرحله خشک‌کردن، محصول کاملاً خشک نشده و در نتیجه مقداری رطوبت بیش از حد مجاز در محصول نهایی باقی بماند، که این رطوبت باعث فعال شدن میکروب‌ها شده و همچنین هیدرولیز پروتئین‌ها و چربی‌ها توسط میکروب‌ها صورت می‌پذیرد و نهایتاً باعث ایجاد طعم نامطلوب و تأثیر در خصوصیات کازئین تولیدی می‌گردد. مقدار چربی محصول نهایی نبایستی بیشتر از ۰/۱ درصد باشد.

۲- پاستوریزاسیون

شیر پس‌چرخ که تمام چربی آن گرفته شده بوسیله پاستوریزاتور صفحه‌ای در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد و در ۱۵ ثانیه پاستوریزه می‌گردد.

۳- انعقاد و ایجاد دلمه

تغییر فیزیکی و شیمیایی میسل‌های کازئین بوسیله آنزیمهای تجزیه کننده پروتئین، باکتریهای تولید کننده اسید لاکتیک، افزودن دستی اسید و یا مواد اسیدزا، تبادل یونی و یا سدیم کلراید در حد اشباع انجام می‌شود.

در روش اسیدی با افزودن اسید رقیق ۰/۵ نرمال و تلاطم ملایم در دمای ۴۰-۲۰ درجه سانتیگراد در pH حدود ۴/۶ تا ۴/۷ نقطه ایزوالکتریک کازئین، دلمه اسیدی بوجود می‌آید.

در روش آنزیمی با افزودن آنزیم رنت به مقدار کافی به شیر پس‌چرخ در دمای ۳۰-۲۷ درجه سانتیگراد و در مدت ۲۰ الی ۳۰ دقیقه دلمه‌ای با pH حدود ۶/۲ تا ۶/۵ به دست می‌آید.

در روش لاکتیکی با افزودن لاکتیک باکتریها خصوصاً لاکتوکوکوس کرموریس و لاکتوکوکوس لاکتیس (استرپتوکوکوس کرموریس و استرپتوکوکوس لاکتیس) به شیر پس‌چرخ در دمای ۳۰-۲۶ درجه سانتیگراد بعد از ۱۴ الی ۱۶ ساعت دلمه‌ای با pH حدود ۴/۷-۴/۶ تولید می‌گردد.

۴- پخت

پس از ایجاد دلمه و رسیدن pH به حدود ذکر شده و ایجاد رسوب و دلمه کامل، جهت پایداری دلمه و کمک به تجمع ذرات کازئین همزمان با هم‌زدن، عمل پخت انجام می‌شود. این مطلب را بایستی در نظر داشت که دلمه آنزیمی و لاکتیکی قبل از مرحله پخت، بایستی به صورت یکنواخت بریده و به ذرات همگن تبدیل گردد.

۵- آب‌گیری

بعد از مرحله پخت جداسازی آب پنیر از دلمه توسط سپراتور و یا غربال با شبکه‌های ۹۰ صورت می‌پذیرد. جهت افزایش راندمان و جلوگیری از ضایعات و هدررفتن ذرات ریز کازئین اندازه روزنه‌های جداکننده (غربال) بایستی مش ۹۰ باشد.

۶- شستشو

پس از جداسازی آب پنیر از دلمه برای برطرف کردن لاکتوز، نمکها، چربی و اسید آزاد از کازئین مرحله شستشو انجام می‌گیرد. ناخالصی‌ها در مدت

و لیکن بخاطر خواص مفید آن در سطح وسیعی در صنایع مختلف و غیره در بسیاری از نقاط جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. کازئین و کازئینات‌ها با بکارگیری فرآیند تولید کازئین و استخراج آن از شیر پس‌چرخ به دست می‌آیند و چون حاوی پروتئین زیاد و مواد معدنی می‌باشند در ردهٔ خوراکی می‌توانند به عنوان ماده اولیه سایر صنایع غذایی و نیز صنایع داروسازی و غیره استفاده شوند و در غیرردهٔ خوراکی ماده اولیه سایر صنایع از جمله چسب‌سازی، سیمان، رنگ‌سازی، نساجی، کاغذسازی، پلاستیک‌سازی و غیره... مورد استفاده قرار گیرند. روش آزمایش شامل انجام فرآیند استخراج کازئین به سه روش اسیدی، لاکتیکی و آنزیمی و اندازه گیری فاکتورهای کمی و کیفی مورد نظر در صنایع مربوطه در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی شامل ۴۵ تیمار و دو تکرار می‌باشد. تیمارهای آزمایش سه روش تهیه و سه فاکتور در مورد روش اسیدی، دو فاکتور در مورد لاکتیکی و آنزیمی تحت مطالعه و بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس فاکتورهای کیفی از جمله راندمان کازئین، پروتئین، مواد معدنی، چربی، لاکتوز و درصد رطوبت در ماده خشک در تیمارهای مختلف معنی‌دار می‌باشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین به روش LSD بین فاکتورهای کیفی بیانگر اختلاف معنی‌دار اثر تیمارها بوده است و از نظر راندمان با میانگین ۳/۱۱ درصد کازئین رنتی اثر معنی‌داری دارد. کازئین لاکتیکی و اسیدی به ترتیب با میانگین ۳/۰۹ و ۲/۸۵ درصد در تیمارها تقریباً در گروههای دیگر قرار دارند. مقدار پروتئین روش اسیدی و لاکتیکی بیشترین و آنزیمی در کمترین مقدار می‌باشد. مواد معدنی رنتی بیشترین و اسیدی و لاکتیکی کمترین مقدار را بخود اختصاص دادند. از نظر میزان لاکتوز و درصد رطوبت در ماده خشک مقدار آنها معنی‌دار نبود. درصد چربی در کلیه روشها بستگی به میزان چربی شیر پس‌چرخ داشته که فاکتورها و روشها اثر معنی‌داری بر روی آن ندارند.

شستشوی دقیق از دلمه خارج شده و کازئینی که به طور کامل شستشو نشده باشد، قابلیت حل، استحکام و چسب کمتری داشته و رنگ آن پس از خشک کردن نسبت به کازئینی که کاملاً شسته شده باشد، پررنگتر است.

شدت خروج و انتشار ناخالصی‌ها به اندازه و نفوذپذیری اجزاء دلمه و همچنین خلوص، مقدار حرارت و شدت جریان آب شستشو بستگی دارد.

۷- آبگیری

پس از شستشوی کامل دلمه با استفاده از سپراتور و یا پرس، آب شستشو گرفته می‌شود تا حدی که مقدار آب در دلمه‌تر حدود ۶۵ درصد باشد تا در هزینه‌های سوخت مرحله خشک کردن صرفه‌جویی به عمل آید. صافی جداکننده آب شستشو بایستی مش ۹۰ باشد.

۸- خشک کردن

بعد از پرس کردن جهت یک اندازه و یک شکل شدن ذرات دلمه و همچنین ایجاد سطح زیاد برای خشک کردن، غلطک زده می‌شود. اگر دلمه غلطک نخورد به صورت ناجور خشک می‌گردد دلمه پرس شده بایستی سریعاً غلطک خورده و خشک شود تا از خسارت و ضایعات در اثر فعالیت کپک‌ها، باکتری‌ها و آنزیم‌ها جلوگیری به عمل آید. دمای ورودی هوای داغ در خشک کن ۷۱ تا ۷۷ درجه سانتیگراد و دمای خروجی بایستی بین ۵۲ تا ۵۷ درجه سانتیگراد باشد تا از بدرنگ شدن و معیوب ساختن حلالیت کازئین جلوگیری شود. تاکاهش رطوبت به کمتر از ۸ درصد نبایستی خشک کردن قطع شود. از خشک‌کنهای افشان، بستر لرزان و سایشی می‌توان استفاده کرد.

۹- تنظیم دما (Tempering)

پس از خشک شدن کازئین و قبل از خردکردن آن، محصول بایستی به نحو مناسب سرد شود. زیرا کازئین گرم در آسیاب حالت چسبناک و پلاستیکی پیدا کرده و خرد نمی‌شود. ضمناً در این مرحله رطوبت ذرات کازئین یکنواخت می‌شود.

۱۰- آسیاب کردن

آسیاب کردن به نیاز مصرف کننده بستگی دارد و اطمینان از یک اندازه بودن ذرات کازئین نرم شده بوسیله عبور از غربالها با مشهای مخصوص صورت می‌گیرد. به طور نرمال آسیابهای غلطکی با الکهای وابسته جهت طبقه‌بندی محصول و برگشت مجدد مواد بزرگتر به آسیاب برای خرد کردن استفاده می‌شوند. نهایتاً متوسط اندازه ذرات کازئین بین ۱۰۰ تا ۶۰۰ میکرومتر خیلی خوب بوده که این خصوصیات ارتباط خوبی با قابلیت خیس خوردن و پراکنده شدن آن در آب دارد.

۱۱- بسته‌بندی

کازئین خشک شده اعم از آسیاب شده یا نشده به طور معمول بسته‌بندی می‌گردد. با توجه به اینکه کازئین جاذب رطوبت بوده بسته‌های کازئین بایستی دارای سه لایه کاغذ و پلی‌تن باشند و به دقت دربندی شوند تا مانع ورود هوا به داخل بسته شود.

۱۲- انبار کردن

بسته‌های دربندی شده را بایستی به انبار تمیز و خشک با حرارت یکنواخت منتقل نمود. تغییرات زیاد دمای انبار باعث عرق کردن کازئین شده و در نتیجه رشد کپکها را باعث می‌گردد. اگر هوای انبار مرطوب باشد کازئین به علت جاذبه رطوبت بودن، آب را جذب نموده و فاسد می‌شود. چنانچه نیاز باشد کازئین تولیدی به مدت طولانی در انبار نگهداری شود، بایستی دور از نور خورشید و در محیط سرد نگهداری گردد.

نتایج

در روشهای مختلف استخراج کازئین از شیر پس‌چرخ درجه حرارت رسوب دادن و ایجاد دلمه، دمای پخت، مراحل شستشو و کنترل pH در هر مرحله از مسائل اساسی بوده که در تولید و استخراج کازئین بایستی به دقت کنترل شوند، تا اینکه ضمن افزایش راندمان و جلوگیری از ضایعات، محصول تولیدی دارای کیفیت بالا در درجه خوراکی و صنعتی باشد.

در این طرح به سه روش اسیدی، لاکتیکی و آنزیمی، کازئین از شیر پس‌چرخ استخراج گردید، سه مرحله از فرآیند تولید شامل مرحله رسوب و تولید دلمه، مرحله پخت و مرحله شستشو به دقت تحت کنترل قرار گرفت و نتایج به قرار ذیل می‌باشد.

شرایط مناسب جهت تولید کازئین اسیدی

۱- ایجاد رسوب و تولید دلمه

در طول زمان اسیدی کردن توسط اسید کلریدریک ۰/۵ نرمال، مواد جامد، پروتئین‌ها، چربی‌ها و کربوهیدرات‌های شیر با توجه به زمان و درجه حرارت اسیدی کردن تحت تاثیر قرار میگیرند و رسوب کازئین حاصل می‌شود. در مقایسه‌ای که بین ده دمای مختلف ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۳، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۴۰ و ۴۵ درجه سانتیگراد) اسیدی کردن به عمل آمد، مشخص شد که کازئین حاصل از اسیدی کردن در دماهای بین ۳۵ تا ۳۷ درجه سانتیگراد دارای بالاترین راندمان و کیفیت می‌باشد.

نکته: در هر دو مرحله اسیدی کردن و پختن بایستی به آرامی هم زده شود، سرعت هم‌زدن تأثیر زیاد در کیفیت دلمه برای فرآیندهای بعدی دارد.

۲- پخت

جهت پایداری دلمه و کمک به تجمع ذرات کازئین همزمان با بهم زدن، عمل پختن انجام شد. در مقایسه‌ای که بین ۱۰ دمای مختلف ۳۵، ۴۰، ۴۵، ۴۷، ۵۰، ۵۳، ۵۵، ۶۰ و ۶۵ درجه سانتیگراد) مرحله پختن به عمل آمد، مشخص شد که کازئین حاصل از پختن در دماهای بین ۵۵-۵۰ درجه سانتیگراد دارای بالاترین راندمان و کیفیت می‌باشد.

۳- جداسازی و شستشو

جهت جداسازی آب پنیر (Whey) از دلمه استفاده از الک با مش ۹۰ توصیه می‌گردد، زیرا در طول فرآیند ذرات کازئین بوجود می‌آید و چنانچه سوراخهای سپراتور یا جداکننده درشت باشند، ضمن اینکه ضایعات بوجود می‌آید. ذرات کازئین خارج شده و تأثیر زیادی در راندمان دارند. اما در مقایسه‌ای که بین ۳ تا ۵ مرحله شستشوی دلمه کازئین اسیدی به عمل آمد مشخص شد کازئین اسیدی حاصل از ۴ بار شستشو دارای کیفیت خوبی می‌باشد ولیکن شستشوی بیشتر کازئین مقدار ناخالصیها را کمتر می‌نماید که تاثیر زیادی با توجه به بحث

اقتصادی در کیفیت محصول ندارد.

نکته: آب مورد استفاده بایستی تمیز، بدون رنگ و بو، بهداشتی بوده و در موقع شستشو بایستی درجه‌حرارت، pH و شدت جریان آن دقیقاً کنترل گردد تا اینکه به کازئین تولیدی صدمه‌ای وارد نشود.

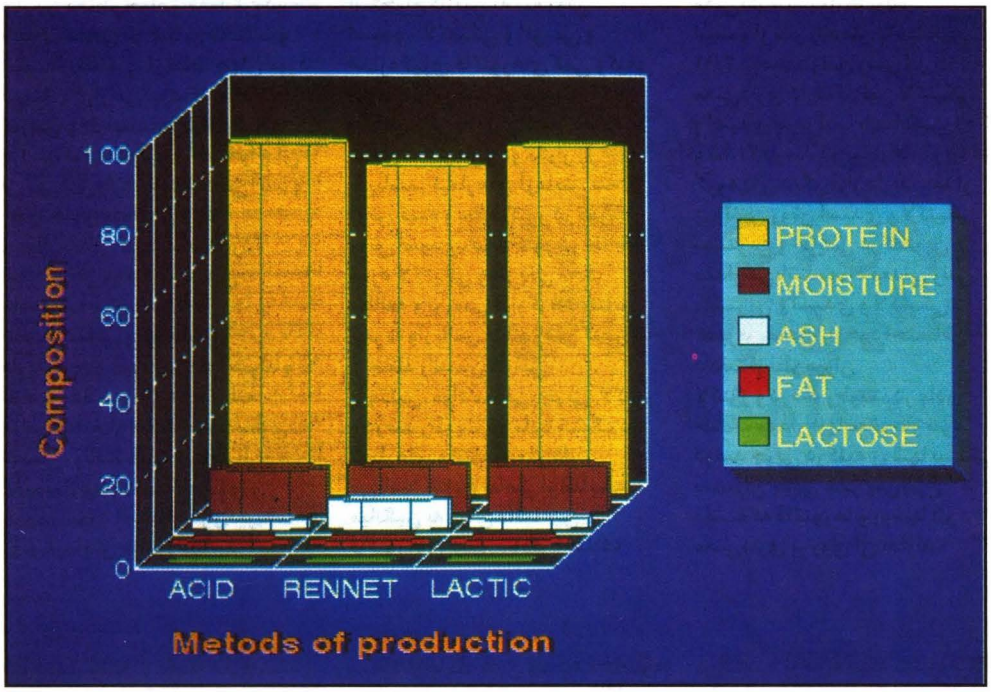
شرایط مناسب تولید کازئین رنتی

۱- ایجاد انعقاد و تولید دلمه

در انعقاد آنزیمی، فسفو کازئینات کلسیم تبدیل به پاراکازئینات کلسیم می‌شود. این نوع انعقاد باعث تخریب ساختمان میسلی کازئینهای شیر نمی‌شود و کلسیم در ساختمان میسلی باقی می‌ماند و آنزیم به صورت اختصاصی عمل می‌کند. دمای مناسب آنزیم زنی به نوع آنزیم و منشاء (حیوانی، گیاهی، باکتریایی، قارچی) آن بستگی دارد. فعالیت آنزیم به pH، فعالیت آب، سوبسترا و دمای محیط بستگی دارد. با توجه به اینکه pH، مقدار آب و سوبسترای (پروتئین و مواد معدنی مورد نیاز) موجود در شیر مشخص می‌باشد لذا بایستی دمای مطلوب را برای آنزیم زنی با توجه به شیر موجود محاسبه نمود. در این طرح از آنزیم رنین قارچی استفاده گردید که ضمن مصرف یکصدم درصد کلرید کلسیم در بعضی از نمونه‌ها مقدار ۰/۰۱۵ گرم آنزیم به ازای ۱۰۰ گرم شیر پس‌چرخ به همه نمونه‌ها اضافه شد و دمای مناسب جهت آنزیم زنی ۲۹ درجه سانتیگراد تشخیص داده شد که بعد از حدود ۳۰ دقیقه دلمه‌ای با بافت مناسب و ثابت به دست آمد. کازئین رنتی تهیه شده از راندمان و کیفیت بالایی برخوردار بود.

۲- پخت

نظر به اینکه pH دلمه رنتی حدود ۶/۶ می‌باشد کازئین به حرارت حساس نیست، ولیکن جهت مهار فعالیت آنزیم و بهتر شدن عمل سینرزیس (آب‌گیری) و پایداری دلمه و کمک به تجمع ذرات کازئین همزمان با هم زدن ملایم، عمل پختن انجام شد. در مقایسه‌ای که بین ۱۰ دمای مختلف ۴۰، ۴۵، ۵۰، ۵۳، ۵۵، ۵۷، ۶۰، ۶۲، ۶۵ و ۷۰ درجه سانتیگراد مرحله پختن به عمل آمد، مشخص شد که کازئین رنتی حاصل از پختن در دماهای بین ۵۷ تا ۶۲ درجه سانتیگراد دارای بالاترین راندمان و کیفیت می‌باشد.



شکل شماره ۱- مواد موجود در کازئین در سه روش تهیه (بر اساس وزن خشک)

نکته: تبدیل دلمه به ذرات کوچکتر و همگن قبل از پختن و به هم زدن ملایم در طول مدت پختن تاثیر زیادی در کیفیت دلمه برای فرآیندهای بعدی دارد.

۳- جداسازی و شستشو

جهت جداسازی آب پنیر از دلمه، استفاده از الک با مش ۹۰ توصیه می‌گردد. (همانند روش تولید کازئین اسیدی) اما مقایسه‌ای که بین ۲ تا ۴ مرحله شستشوی دلمه کازئین به عمل آمد، مشخص شد که کازئین رنتی حاصل از سه مرتبه شستشو دارای کیفیت خوبی می‌باشد.

نکته: آب مورد استفاده جهت شستشو بایستی تمیز، بدون رنگ و بو، بهداشتی بوده و مقدار آهن آن خیلی کم باشد و در موقع شستشو بایستی درجه حرارت، pH و شدت جریان آن تحت کنترل دقیق قرار گیرد تا اینکه به کازئین تولیدی صدمه‌ای وارد نشود.

شرایط مناسب جهت تولید کازئین لاکتیکی

۱- ایجاد انعقاد و دلمه

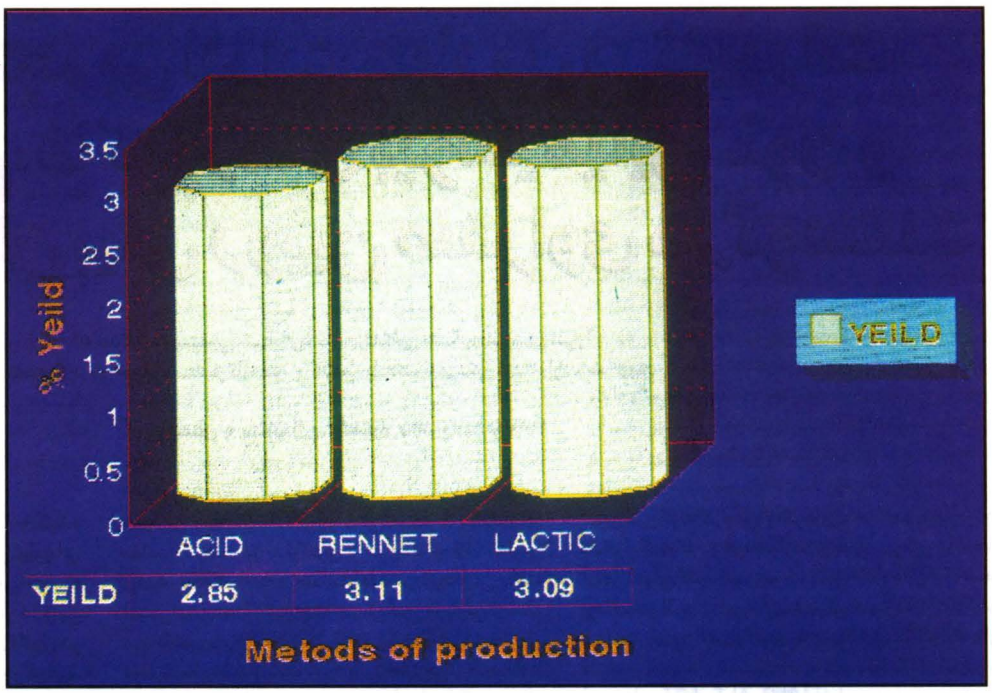
در انعقاد لاکتیکی میکروب‌ها نقش دارند و با فعالیت آنها لاکتوز شیر به اسید لاکتیک تبدیل می‌گردد و در اثر بوجود آمدن اسید pH شیر کاهش یافته و در نقطه ایزوالکتریک ۴/۶ لخته کامل بوجود می‌آید. فعالیت میکروب‌ها به نوع سوش از نظر گرمادوست، مزوفیل، و یا سرمادوست، همچنین pH، فعالیت آب، مواد مغذی و دمای محیط بستگی دارد که مقدار pH، مقدار آب و مواد مغذی شیر مشخص می‌باشد. از آنجا که سوش مورد استفاده در این طرح از گروه مزوفیل بود لذا بایستی دمای مطلوب را برای تلقیح و اینکوباسیون و مدت گرمخانه گذاری را محاسبه نمود. در این طرح از سوشهای لاکتوکوکوس کرموریس و لاکتوکوکوس لاکتیس (استرپتوکوکوس کرموریس و استرپتوکوکوس لاکتیس) استفاده گردید. نظر به تازه بودن کشت مقدار ۰/۵ درصد مایه آغازگر (Starter) به نمونه‌ها اضافه شد. دمای مناسب جهت تلقیح آغازگر ۲۶ درجه سانتیگراد و دمای مناسب گرمخانه گذاری ۲۷ تا ۲۸ درجه سانتیگراد تشخیص داده شد که بعد از حدود ۱۶ ساعت دلمه‌ای با بافت مناسب و ثابت به دست آمد. کازئین لاکتیکی تهیه شده دارای راندمان بالا و کیفیت عالی بود.

۲- پخت

جهت پایداری دلمه و کمک به تجمع ذرات کازئین و همچنین مهار نمودن فعالیت سوشها همزمان بابهم‌زدن عمل پختن انجام شد. در مقایسه‌ای که بین ۱۰ دمای مختلف (۳۵، ۴۰، ۴۵، ۵۰، ۵۵، ۵۷، ۶۰، ۶۲، ۶۵ و ۷۰ درجه سانتیگراد) مرحله پختن به عمل آمد، مشخص شد که کازئین حاصل از پختن در دماهای بین ۵۵-۶۰ درجه سانتیگراد دارای بالاترین راندمان و کیفیت می‌باشد. سرعت بهم‌زدن تأثیر زیادی در کیفت دلمه برای فرآیندهای بعدی دارد.

۳- جداسازی و شستشو

همانند کازئین اسیدی جهت جداسازی آب پنیر از دلمه استفاده از الک با مش ۹۰ توصیه می‌گردد، زیرا در طول فرآیند ذرات کازئین بوجود می‌آمد و چنانچه سوراخهای سپراتور یا جداکننده درشت باشند. ذرات کازئین خارج شده و تاثیر زیادی در راندمان خواهد داشت. مقایسه‌ای که بین ۳ تا ۵ مرحله شستشوی دلمه کازئین لاکتیکی به عمل آمد، مشخص شد که کازئین لاکتیکی حاصل از ۴ مرتبه شستشو دارای کیفیت خوبی می‌باشد. آب مورد استفاده بایستی شرایط آب شستشوی روش اسیدی و رنتی را دارا باشد.



شکل شماره ۲- درصد راندمان تولید کازئین برای ۳ متغیر و روش تهیه (بر اساس وزن خشک)

بحث

میسل‌های کازئین در شیر فرآیند نشده حاوی مقادیر زیاد کلسیم، فسفر و مقدار کمی منیزیم و ستیرات می‌باشند که ذرات، اغلب کلسیم کازئینات فسفات و یا کلسیم فسفوکازئینات نامیده می‌شوند. وقتی که به شیر اسید افزوده شود، کلسیم و فسفر از کازئینات جدا می‌شوند تا اینکه در نقطه ایزوالکتریک (pH حدود ۴/۶) تمام کازئین بدون نمک می‌شود. در روش لاکتیکی هم با توجه به فعالیت لاکتیک باکتریها ضمن جدا شدن کلسیم و فسفر مقداری از لاکتوز در اثر تخمیر تبدیل به اسید لاکتیک می‌شود، ولی در رسوب دادن و ایجاد دلمه توسط آنزیم رنت کلسیم و فسفر جدا نمی‌شوند. آنزیم رنت خاصیت پروتئولیزی محدودی داشته که کازئین رنتی، پاراکازئین نامیده می‌شود.

لذا در روشهای مختلف استراج کازئین از شیر پس‌چرخ، درجه حرارت رسوب دادن و ایجاد دلمه و کنترل pH در این مرحله، دمای پخت و بهم‌زدن ملایم و همچنین کنترل pH و دمای آب شستشو و خلوص آب از مسائل اساسی بوده که در تولید و استخراج کازئین بایستی به دقت کنترل شوند تا ضمن افزایش راندمان و جلوگیری از ضایعات، کازئین تولیدی دارای کیفیت عالی در درجه خوراکی و صنعتی باشد.

عوامل متعددی در مورد ترکیبات موثر در تولید کازئین و خصوصیات محصول تولیدی نقش دارند لذا دقیقاً نمی‌توان گفت که کدامیک از ترکیبات دارای اهمیت بیشتری هستند. با توجه به مطالعات انجام شده مسلم است چربی و لاکتوز از ترکیبات عمده موثر در تولید کازئین می‌باشند. چربی باعث بروز مشکلات در مرحله خشک کردن شده و محصول به حد نهای خشک نمی‌شود، در نتیجه مقدار رطوبتی بیش از حد مجاز در محصول نهایی باقی می‌ماند که این رطوبت باعث فعال شدن میکروب‌ها و آنزیم‌ها شده و همچنین هیدرولیز پروتئین‌ها و چربی‌ها توسط آنها صورت می‌گیرد که باعث بدطعمی و تاثیر در خصوصیات علمکردی کازئین تولیدی می‌شود.

لاکتوز موجود در کازئین باعث جذب رطوبت شده و حالت چسبندگی در می‌آورد. ضمن اینکه لاکتوز غذای مناسبی برای میکروارگانیسمها بوده و باعث رشد و تکثیر آنها می‌گردد که رشد و تکثیر میکروبها اثرات نامطلوبی در محصول بوجود می‌آورد.

اگر اسید کازئین‌ها و عموماً کازئین‌های دیگر گرایش به از دست دادن طعم در اثر عوامل مختلف دارند، چسبناکی، مزه کهنگی، طعم پرسوخته و بوی ناگرفتگی و کپک زدگی نیز در انبار بوجود می‌آید. مطالعات نشان داده که در اثر نمناک شدن، ترکیبات فرّار در حد وسیعی تولید می‌شوند و مشخص شده که چسبناکی و از دست دادن طعم در اثر ارتوامینواستوفنون (O-Aminoaceto phenone) به عنوان سینرژیست با ترکیبات دیگر بوجود می‌آید که ظاهراً واکنشهای قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی در این امر دخیل می‌باشند.

تشکر و قدردانی

با سپاس به پیشگاه خدای متعال که توفیق نصیب گردانید تا این طرح با موفقیت به اتمام برسد، بر خود لازم می‌دانم تا از راهنمایی، همراهی و مساعدت بی دریغ بسیاری از اساتید و سروران گرامی، دوستان و همکاران ارجمندی که بی شک بدون عنایات هر یک از آنها انجام کار میسر نبود خصوصاً از مدیرکل و همکاران محترم در دفتر مراکز آموزش عالی، مدیرکل و همکاران گرامی در دفتر طرح و برنامه‌ریزی و هماهنگی امور پژوهشی، مؤسسه تحقیقات دامپروری حیدرآباد کرج، مسئولین و دست‌اندرکاران کارخانه شیر پاستوریزه تهران و همچنین پرسنل محترم آزمایشگاه کارخانه شهید صائمی که از همکاریهای صمیمانه آنها برخوردار بوده‌ام، تشکر و قدردانی نمایم.

منابع مورد استفاده

۱- بصیری، عبدالله، ۱۳۶۸. طرحهای آماری در علوم کشاورزی، انتشارات دانشگاه شیراز.

۲- حسینی، زیبا، ۱۳۶۹. روشهای متداول در تجزیه مواد غذایی، انتشارات دانشگاه شیراز.

3- Bisson J. Michel B., Gaston F., Pierre J., 1988. Preparation of a casein based puffed product; United Stated patent, 4744993.

4- Deman J. M., 1990. Animal protein; Principles of food chemistry; 118 - 122, chap man and Hall.

5- Fox P.F., 1982. Developments in Dairy; chemistry-1, Vol. 1,315, 355, 375, 397.

6- Henricus A. W. Ottenhof E. M. 1985. Proces for the preparation of a precipitate of casein and whey protein, United States patent 45 19945.

7- Mostafa K., William C., Beverly S., 1983. Preparation of cheese Anulogs from combinations of acid casein; and rennet casein United States patent 4397926.

8- Robinson, R. K.; Modern Dairy Technology; Volume 1., 1994. 420, Elsevier applied science.

9- Sukumar. De., Outilne of Dairy Technology; Volume 1, 1980. 472 480. S.K. Mookerjee Oxford University Press.

10- Werner, Wiedmann, Christin, Millauer, 1986. Processes for preparing caseinates; United States patent 4, 605, 444.

11- Wolfgang Delsher S., 1990. Method and apparatus for preparing caseinates; United States patent 4, 57675.