

جلسہ ۲

۱-۲ پروتئین های آب پنیر (whey protein)

یک سری از پروتئین های دیگری در شیر وجود دارند که پروتئین های سرم شیر یا پروتئین های محلول در آب نام دارند.

پس از جدا کردن کازئین بوسیله اسید یا آنزیم گروهی از پروتئین های شیر به نام پروتئین های سرم شیر به صورت محلول در محیط باقی می ماند. این پروتئین ها از نظر ساختار با خواص کازئین کاملاً متفاوت هستند. برعکس کازئین دارای حالت میسلی نیستند بلکه دارای ساختمان های دوم و سوم هستند که موجب حساسیت پذیری آن ها نسبت به حرارت می گردد از این پروتئین ها، آلفا لاکتالبومین و بتا لاکتوگلوبولین در غدد پستانی سنتز می شوند در حالی که سرم آلبومین و ایمونو گلوبولین ها از خون مستقیم به شیر وارد می شوند.

1. آلفا لاکتالبومین: در شیر اکثر پستانداران وجود داشته و در سنتز لاکتوز در داخل پستان نقش بسیار مهمی دارند. به طور کلی سنتز لاکتوز ارتباط مستقیم با مقدار آلفا لاکتالبومین موجود در شیر دارد. هر مقدار آلفا لاکتالبومین بیشتر باشد طبیعی است که لاکتوز تولیدی شیر نیز بیشتر است. آلفا لاکتالبومین در واقع پروتئینی است که در ساختمان آنزیم سنتز کننده لاکتوز وجود دارد این پروتئین دارای ساختمان گرد به شکل گلوبال و در pH بین ۴/۵ الی ۹ با ۴ پیوند دی سولفید پایدار است. مقاومترین پروتئین آب پنیر نسبت به حرارت است و در درجه حرارت هایی که بتا لاکتوگلوبولین رسوب می کند، آلفا لاکتالبومین به شکل توده در نمی آید.

2. بتا لاکتوگلوبولین: این پروتئین حدود نصف پروتئین های آب پنیر موجود در شیر را تشکیل می دهد (یعنی ۱۰٪ کل پروتئین ها) در pH بین ۵/۳ الی ۵/۷ بصورت یک دimer هستند. در pH کم تر از ۳ و بالاتر از ۸ ناپایدار بوده و به مونومر هایی با وزن مولکولی تقریبی ۱۸ هزار دالتون تبدیل می شود. در هر مول از بتا لاکتوگلوبولین ۵ اسید آمینه ی سیستمین وجود دارد که ۴ تا از آن ها در تشکیل پیوندهای دی سولفیدی شرکت می کنند و تنها عامل تیول (SH-) باقی مانده در تشکیل پیوندهایی با سایر پروتئین ها علی الخصوص با آلفا لاکتالبومین و کاپا کازئین مشارکت می کند بدین معنا عامل تیول آزاد مزبور در تشکیل پیوند بنی مولکولهای بتا لاکتوگلوبولین و یک مولکول کاپا کازئین مشارکت می کند.

امروزه ثابت شده است که بتا لاکتوگلوبولین ابتدا با آلفا لاکتالبومین وارد واکنش شده و کمپلکس تشکیل شده با کاپا کازئین وارد واکنش می گردد و بدین ترتیب کمپلکس کاپا کازئین - بتا لاکتوگلوبولین - آلفا لاکتالبومین تشکیل می گردد که تشکیل این کمپلکس در ماست سازی بسیار مفید است ولی در پنیر سازی مضر است و تشکیل این کمپلکس معمولاً در درجه حرارت های بالاتر از پاستوریزاسیون معمول اتفاق می افتد و در حرارت های بالاتر ترکیبات گوگردی نظیر SH2 و سایر ترکیبات گوگردی از بتا لاکتوگلوبولین آزاد می گردد که عامل اصلی پختگی یا cooked flavor در شیر است.

این کمپلکس که در حرارت های بالاتر تشکیل می شود موجل رسوب آلفا لاکتالبومین و بتا لاکتوگلوبولین روی کاپا کازئین شده و به این ترتیب در پنیر سازی که یک واکنش آنزیمی است پیوند بین اسیدآمیه ی ۱۰۵ و ۱۰۶ بوسیله کمپلکس پوشیده می شود و آنزیم نمی تواند دسترسی داشته باشد و در نتیجه انعقاد در پنیر سازی خیلی طولانی می شود و لخته ی نرمی تشکیل می دهد. بنابراین توصیه می شود در پنیر سازی برای پاستوریزاسیوت شیر از حداقل شرایط پاستوریزاسیون یعنی ۶۵ درجه به مدت ۵ دقیقه یا ۷۲ درجه به مدت ۱۵ ثانیه استفاده کرد

در ماست سازی برعکس از درجه حرارت های بالاتر استفاده می کنیم. ۸۵ درج به مدت ۱۵ دقیقه یا ۹۰ درجه به مدت ۵ دقیقه . در این دما کمپلکس تشکیل می شود و کمپلکس موجب بالا رفتن قوام ماست می شود و به این ترتیب ماست که یک انعقاد اسیدی است دارای قوام بالاتری خواهد بود.

فرق انعقاد ماست و پنیر:

در پنیر سازی انعقاد آنزیمی است که کاپا کازئین توسط آنزیم شکسته شده و تشکیل دلمه میدهد ولی در ماست سازی انعقاد اسیدی می باشد

۳- ایمونو گلوبولین: ایمونوگلوبولین ها به طولی کلی آنتی بادی هایی هستند که در اثر ورود آنتی ژن های درشت به بدن تولید می شوند. از نظر ساختمانی به شدت هتروژن هستند و انواع مختلف آن ها دارای وزن مولکولی های متفاوت از ۲۰ هزار دالتون تا ۶۰ هزار دالتون می باشند

شیر حاوی ۳ دسته از ایمونو گلوبولین هاست. شامل Ig G, Ig A, Ig M

Ig G شامل Ig G₁ و Ig G₂ است که نوع ۱ غالب در شیر گاو می باشد و به نظر می رسد این نوع ایمونوگلوبولین ها به طور انتخابی از سرم خون به شیر منتقل می شوند

Ig A در کلستروم و شیر انسان وجود دارد

Ig M اهمیت خاصی در صنایع لبنیات داشته و به عمل خوشه ای شدن clustering گلبول های چرب کمک می کند

۴. پروتئوز پپتون ها proteose peptones

گروه دیگری از پروتئین آب پنیر می باشند. گروهی از پروتئین های مقاوم به حرارت می باشند که در اثر حرارت دادن شیر در ۱۰۰ درجه بعد از ۳۰ دقیقه در PH ۶/۴ به حالت محلول باقی می ماند ولی در مجاورت تی کلرواستیک اسید TCA ۱۲٪ رسوب می کند. ولی ترکیبات ازت دار غیر پروتئین آن در tca ۱۲٪ رسوب نمی کنند و محلول می باشند.

۵- پروتئین غشای چربی Fat globule membrane protein

حدود ۱.۲٪ از کل پروتئین مربوط به دیواره ی چربی است. این پروتئین ها لایه ی محافظتی در اطراف گلبول های چربی تشکیل می دهند و خصوصیات آن ها شبیه پروتئین پوست و مو می باشد. لیپید ها و اسیدهای آمینه ی هیدروفوب موجود در ساختمان پروتئین موجب می شود که قسمت هیدروفوب مولکول به طرف چربی قرار گرفته و قسمتی از فرمول که خاصیت هیدروفوبی کمتری برخوردار است به طرف آب قرار می گیرد. به علت وجود پروتئین های کمتر هیدروفوب د دیواره ی چربی خصوصیات هیدروفوبی از سطح چربی به طرف بیون کاهش پیدا می کند. این خاصیت موجب جذب مولکول های با خاصیت هیدروفوبی متفاوت می گردد. مخصوصا فسفولیپید ها و آنزیم های لیپولیتیک در سطح ساختمان غشای چربی جذب می شوند تا موقعی که ساختمان دیواره ی چربی دست خورده و سالم است هیچگونه واکنشی بین آنزیم و سوبسترا صورت نمی گیرد. به محض پاره شدن دیواره ی آنزیم فرصت خواهد شد که سوبسترای مورد نظر را پیدا کرده و واکنش شروع شود.

لاکتوز

از نظر کمیت، لاکتوز مهم ترین ترکیب تشکیل دهنده ماده خشک یا T.S شیر گاو است که با میزان نمک در شیر رابطه عکس دارد. در شیر گوسفند و گاو میش، چربی، مهم ترین ترکیب را تشکیل می دهد ولی در شیر مادر نیز این قند به تنهایی بیش از نصف کل ماده خشک را تشکیل می دهد به همین دلیل شیر مادر شیرین تر است. مقدار لاکتوز شیر گاو به طور متوسط حدود ۵۰ گرم در لیتر است. قندهای دیگر به میزان بسیار کم نیز در شیر یافت می شود(نظیر قندهای ازت دار) که دارای آثار بیولوژیکی بسیار مهمی هستند.

میزان قند شیر بر اثر عوامل مختلف تغییر می کند:

1. دوره شیردهی: میزان لاکتوز در روزهای اول کم و بعد زیاد می شود

2. بیماری های دامی: نظیر ورم پستان، تب برفکی و بروسلوز

لاکتوز، یک قند احسا کننده و دی ساکارید است که از دو منوساکارید گلوکز و گالاکتوز تشکیل شده است. گالاکتوز همواره به شکل بتا در ساختمان لاکتوز شرکت می کند در حالی که گلوکز برحسب ساختمان مختلف به شکل آلفا و بتا هست و در شیر، همواره هر دو نوع وجود دارد. اگر گلوکز به شکل آلفا باشد، لاکتوز را لاکتوز آلفا می نامند و در غیر این صورت به آن لاکتوز بتا می گویند. این دو نوع ایزومر از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی با یکدیگر اختلاف دارند.

انواع لاکتوز قابل استحصال در شیر:

1. آلفا لاکتوز هیدرات

2. آلفا لاکتوز انیدرید

3. بتا لاکتوز انیدرید

4. لاکتوز آمورف

بلور های آلفا لاکتوز هیدرات به صورت اشباع در حرارت ۹۳/۵ درجه سلسیوس کریستالیزه می شوند. کریستال های آلفا هیدرات لاکتوز معمولا به شکل منشوری یا تبرزینی هستند. بتا لاکتوز در حرارت بیش از ۹۳/۵ کریستالیزه خواهد شد و به شکل کریستال های سورنی شکل در می آید.

اگر شیر سریع خنک شود، لاکتوز آمورف به دست می آید که حاوی نسبت مساوی آلفا و بتا لاکتوز می باشد.

افزایش بیش از حد بلور های آلفا لاکتوز هیدراته منجر به پیدایش بافتی به نام بافت شنی (Sandy texture) می شود که در موقع مصرف، وجود آن احساس می شود. (برای مثال در بستنی!)

بنابراین باید سعی شود که در شیرهای غلیظ شیرین، بستنی و یا آب پنیر کنسانتره بوجود نیاید. مثلا اگر در تغلیظ قبل از خشک کردن آب پنیر دقت نشود و اجازه دهیم بلورهای درشت بوجود آیند، پودر حاصله پودر نامرغوبی خواهد شد.

با افزایش غلظت و با کاهش دما نسبت لاکتوز آلفا به بتا زیاد می شود. در هر دمایی این نسبت ثابت است. یعنی نمی توانیم مانع شکل گیری لاکتوز آلفا شویم، تنها کاری که می توانیم انجام دهیم تقسیم بیش از حد این لاکتوز است که در نتیجه بلورهای حاصله تا حد ممکن کوچک و در حین مصرف غیرقابل احساس شود. البته در صنایعی مانند استحصال لاکتوز از آب پنیر دقیقا برعکس سعی می کنیم اندازه بلورها بزرگ شود که بتوانیم به کمک سانتریفیوژ آن ها را جدا کنیم این نوع لاکتوز، بیشتر جنبه بهداشتی یا آرایشی دارد و یا در محیط های کشت استفاده می شود. (محیط کشت لاکتوز براث برند (Lactose Broth) محیط کشت لاکتوز محیطی انتخابی و افتراقی است. لاکتوز برای جداسازی باکتری های کلیفرم و سالمونلا از مواد غذایی، محصولات لبنی و آب و نمونه های بالینی به کار می رود).

در حالت عادی لاکتوز آلفا به صورت مونوهیدراته است و همراه با لاکتوز، یک مولکول آب متبلور وجود دارد. هرگاه دما از ۹۳/۵ (به این دما، دمای بحرانی لاکتوز می گویند) بالاتر رود، لاکتوز آلفا تماما به لاکتوز بتا تبدیل می شود. در دمای ۱۵ درجه، ۶۲٪ لاکتوز بتا و ۳۸٪ لاکتوز آلفا در حالت تعادل وجود دارد.

لاکتوز بتا بسیار محلول تر از لاکتوز آلفا است و افزایش حرارت موجب تبدیل لاکتوز آلفا به لاکتوز بتا می شود. در حالی که کاهش دما به صورت عکس می باشد.

کاراملیزاسیون لاکتوز در دمای ۱۵۰ درجه با ظهور رنگ زرد شروع شده و در دمای ۱۷۰ قهوه ای می شود. قهوه ای شدن توسط لاکتوز بصورت دیگری به نام واکنش مایلارد نیز وجود دارد که در اثر واکنش بین اسید آمینه لاکتوز بوجود می آید. در اثر این واکنش در نایت، ترکیباتی به نام ملانوئیدین ایجاد می شود که بسیار احیا کننده است و رنگ محصول را خراب می کند. مس و آهن این پدیده را تحریک می کنند لذا باید در بسته بندی مواد حساس، این دو فلز با غذا در تماس نباشند. این پدیده باعث تولید گاز CO₂ می شود در نتیجه ظرف حاوی محصول را متورم می کند و از طرفی با از ایمن بردن اسیدهای آمینه ارزش غذایی محصول را به شدت کاهش می دهد. (کنسروها!)

عدم تحمل لاکتوز (Lactose Intolerance)

دستگاه گوارش بعضی افراد، فاقد آنزیم لاکتاز یا بتا گالاکتوزیداز است. بنابراین لاکتوز بدون هیچ تغییری وارد روده بزرگ می شود در آنجا به وسیله میکروارگانیسم تجزیه شده و گاز کربونیک تولید شده ایجاد نفخ معده می نماید. در ضمن به علت جذب آب، اکتوز باعث بروز دل پیچه در انسان می شود که این عارضه را عدم تحمل لاکتوز می گویند.

دو عامل در این عارضه موثر است: ۱- ژنتیک ۲- عادت نوشیدن شیر

برای افرادی که از لحاظ ژنتیکی مشکل دارند، اضافه کردن لاکتاز به فرآورده های لبنی، مثل بستنی و یا حتی شیر باعث می شود که لاکتوز تبدیل به گلوکز و گالاکتوز شده و محصولات lactose free بوجود آورد.

