



ترکیبات شیر

شیر به عنوان غذا

ویژگی شیر به عنوان غذا در مواد مغذی آن نهفته است. هزاران سال است که این حقیقت درک شده است و منجر به اهلی شدن نشخوارکنندگان گیاهخوار همچون گاو، گوسفند، شتر و گوزن شمالی شده است. چون نشخوارکنندگان قادر به هضم سلولز دیواره سلولی گیاه هستند از نظر مصرف خوراک با انسان ها با سایر حیوانات تک معده ای در رقابت نیستند.

ترکیب خاص شیر گونه های مختلف در رابطه با ویژگی هایی چون مرحله بلوغ و شرایط محیطی است، بر این اساس بعید به نظر می رسد که شیر هر یک از گونه ها برای سایر گونه ها مطلوب و مناسب باشد. به هر حال مصرف شیر گونه ای از حیوانات برای حیوانی که تازه از شیر گرفته شده است فایده بیشتر و ضرر کمتری دارد.

مثلاً نیم لیتر شیر گاو حدود ۲۵ درصد انرژی، ۳۰ درصد ویتامین A، ۴۰ درصد پروتئین و ۷۰ درصد کلسیم و ریبولوین یک بچه ۵ ساله را تأمین می کند. همچنین شیر برای افراد میانسال که مستعد پوکی استخوان با ارزش است چون دارای کلسیم و فسفر بالایی است. اهمیت شیر و دیگر فرآورده هایش (ماست، پنیر، کره و ...) در غذای افراد کشورهای غربی نشان دهنده این حقیقت است که میانگین مصرف شیر برای هر فرد در حدود یک لیتر در روز می باشد.

امروزه به خوبی می دانیم که چربی های بیش از حد اشباع شده برای سرخرگ های بدن مضر می باشند. محدودیت دیگر در مورد مصرف شیر عدم تحمل لاکتوز است که بیشتر جامعه بشری به آن مبتلا هستند. کسانی که عدم تحمل به لاکتوز شیر دارند به راحتی می توانند از دیگر فرآورده های شیر مانند ماست و پنیر استفاده کنند.

در بخش هایی که پیش رو داریم ترکیبات شیمیایی شیر بیشتر بررسی می شوند. بیشتر مدل هایی که عنوان می شود در مورد گاو (*Bos Taurus*) یا شیر انسان است. این گونه ها به این دلیل انتخاب شدند که به طور آشکار در تغذیه انسان با اهمیت هستند. باید به خاطر داشت که مباحث نمی توانند

به طور کامل خصوصیات یک گونه را بیان کنند چون ترکیبات شیر در پاسخ به شرایط حیوان و به ویژه در مرحله های مختلف شیردهی متفاوت هستند.

ترکیبات عمده شیر گونه های اصلی تولید کننده شیر جهت مصرف انسان

شیر، مخلوط پیچیده و یکنواختی از لیپیدها، کربوهیدرات ها، پروتئین ها و بسیاری دیگر از ترکیبات آلی و نمکهای معدنی محلول یا معلق در آب است. کمیت و کیفیت بسیاری از ترکیبات شیر در بین گونه های مختلف وحتى در میان افراد یک گونه با یکدیگر فرق دارد. اکثر مطالعات انجام شده بر روی شیر به ترکیباتی، چون: پروتئین (غالباً کازئین و پروتئینهای محلول در سرم شیر)، چربی، لاکتوز و مواد معدنی اختصاص داشته است. مواد معدنی، بطور کلی تحت عنوان «خاکستر» دسته بندی و ذکر شده اند. جدول زیر متوسط ترکیبات اصلی شیر انسان و دیگر حیوانات اهلی را نشان می دهد.

مقایسه ترکیبات شیر گونه های مختلف حیوانات اهلی و انسان

ترکیبات آب	کل مواد جامد	چربی	کازئین	لاکتوز	خاکستر	PH	گونه
۸۷,۵	۱۲,۵	۴,۴	۰,۴	۶,۹	۰,۳	۶,۸۵	انسان
۸۷,۵	۱۲,۵	۳,۵	۲,۶	۴,۷	۰,۷	۶,۵	گاو
۸۰,۷	۱۹,۲	۸,۸	۳,۸	۴,۴	۰,۸	۶,۶۷	گاو میش
۸۷	۱۳	۳,۵	۲,۸	۴,۸	۰,۸	۶,۶۱	بز
۸۲,۵	۱۷,۵	۶,۵	۴,۵	۴,۸	۰,۹۲	۶,۶۵	گوسفند

ترکیبات شیر

هنگام ترشح شیر، دو فاز مایع و چربی وجود دارد. بخش مایع شیر از لاکتوز، یون های معدنی و ویتامین های محلول در آب، پروتئین ها و سایر یونها (که به صورت سوسپانسیون کلوئیدی وجود دارند) تشکیل می شود.

فاز چربی شیر دارای ویتامین های محلول در چربی و ترکیباتی مثل استرول ها و کارتنوئیدها است. ترکیب شیر گونه های مختلف جانوران در مورد انواع مشخص چربی، پروتئین و کربوهیدرات مشابه است اما تفاوت های درون گونه ای قابل توجه ای در ماهیت طبیعی مواد و غلظت های مربوط به آنها وجود دارد.

به دلیل اینکه شیر تنها غذای شیرخوار در دوره پس از تولد است، به نظر می رسد که باید دارای تمام مواد ضروری برای رشد و فعالیت باشد. شیر بیشتر حیوانات کمبود آهن دارد.

۱. چربی شیر:

چربی ها ناپایدارترین ترکیب شیر هم از نظر غلظت و هم از نظر ترکیب شیمیایی هستند، با توجه به این که تفاوت های درون و برون گونه ای قابل توجه ای در مورد این ترکیب (چربی) وجود دارد. شیر برخی گونه ها دارای مقدار کمی چربی یا اصلاً بدون چربی است (به عنوان مثال در کرگدن سیاه). در صورتی که در گونه های آبی (مثل سیل ها) بیش از ۵۰ درصد وزن شیر را چربی تشکیل می دهد. بخش عمده چربی ها را تری گلیسیریدها (TG) تشکیل می دهند، که ممکن است بیش از ۹۸ درصد چربی کل را به خود اختصاص دهند.

یکی از بازتاب های علمی یافته ها در مورد ترکیب اسیدهای چرب چربی شیر این است که به شیر خشک صنعتی ساخته شده از شیر گاو باید روغن های گیاهی دارای اسید لینولئیک اضافه گردد در غیر این صورت ممکن است نیاز نوزاد انسان را برآورده نسازد. چربی شیر به شکل گلبول های کروی ترشح می شود، که بزرگترین ذره موجود در شیر محسوب می شود و به راحتی با میکروسکوپ نوری

قابل دیدن است. در شیر گاو این ذرات چربی قطری از ۰,۱ تا ۲۰ میکرومتر را به خود اختصاص می دهند. بطور کلی، اندازه گلبول های چربی شیر می تواند به عنوان معیاری جهت شناسایی و تشخیص گونه ها و همچنین نژادهای داخل یک گونه از یکدیگر به کار برده شود.

برای مثال، متوسط اندازه گلبول های چربی شیر انسان از گاو کوچکتر است و در نژاد جرسی، اندازه گلبول ها بزرگتر از نژاد فریزین می باشد. عواملی، چون: دوره شیردهی و خصوصیات فردی نیز می تواند اندازه گلبول های چربی شیر را تحت تاثیر قرار دهد.

چربی های غذا سه نوع عملکرد عمده دارند، آنها می توانند دارای نقش های ساختاری، متابولیکی و ذخیره ای در بدن باشند. ارزش انرژی زایی ۱ گرم چربی، پروتئین و کربوهیدرات به ترتیب برابر با ۳۷ کیلو ژول، ۱۷ کیلو ژول و ۱۶ کیلو ژول است. در انگلستان، چربی های شیر حدود ۳۳ درصد چربی مصرفی را تشکیل می دهند (۹۴ درصد انرژی کل مصرفی).

اگرچه فرآورده های لبنی دارای مقدار نسبتاً کمی از اسیدهای چرب غیر اشباع مثل اسید لینولئیک و اسید لینولنیک است (چون هیدروژن دار شدن چربی های غیر اشباع در شکمبه نشخوارکنندگان ایجاد می شود، بر این اساس وجود این اسیدهای چرب در شیر که به عنوان اسیدهای چرب ضروری شناخته می شوند ممکن است بی اهمیت نباشد. چربی شیر مهمترین منبع ویتامین های محلول در چربی مثل ویتامین های A، D، K و E است و به خصوص غنی از ویتامین A می باشد.

۲. پروتئین های شیر

پروتئین های شیر را به دو دسته کازئین و پروتئین های سرم شیر (آب پنیر) تقسیم می کنند.

کازئین ها

کازئین جزو فسفوپروتئین ها است، وزن مولکولی آن ۲۰۰۰۰ است که در PH اسیدی (PH برابر ۴,۶ برای شیر گاو) یا به وسیله فعالیت آنزیم کیموزین معده (که رنین هم نامیده می شود) رسوب می کند. استفاده از ژل الکتروفورز در شیر گاو نشان داده است که کازئین متشکل از پروتئین های

متفاوتی است که می توان آنها را به چهار نوع کازئین آلفا-اس، بتا، گاما و کاپا تقسیم بندی کرد. هر کدام از این کازئین ها به دلیل تغییرهای ژنتیکی و درجه تغییر کردن مولکول ها همگن نیستند.

پروتئین های سرم شیر

تعدادی از پروتئین های سرم شیر شامل بتا لاکتوگلوبولین و آلفا-لاکتوگلوبولین جزء پروتئین های اختصاصی شیر هستند در صورتی که پروتئین های دیگر همچون ایمونوگلوبولین ها و آلبومین سرم مشابه پروتئین های پلاسمای خون هستند. بتا-لاکتوگلوبولین پروتئین اصلی سرم شیر گاو، بز و گوسفند است اما در برخی شیرها مثل شیر انسان این گونه نیست. هضم این پروتئین مقدار زیادی اسیدهای آمینه ضروری را تولید می کند. آلفا-لاکتوآلبومین به طور ذاتی در تمام شیرها وجود دارد و یکی از کارهای آن شرکت در کاتالیز یک مرحله مهم در مسیر ساخت لاکتوز است. ویژگی های تغذیه ای شیر می تواند ناشی از اهمیت آنتی بادی های ترشح شده از پستان باشد.

هنوز در تعدادی از گونه ها وجود ایمونوگلوبولین ها یکی از عوامل حیاتی در حفاظت از نفوذ آلودگی ها و سم به نوزاد محسوب می شود. ایمونوگلوبولین ها (IGS) از گروه گلیکوپروتئین های نامشابه ساخته شده به وسیله کلون های سلولی لنفوسیت پلازما هستند. رایج ترین شکل Ig در پلاسمای خون IgG است.

غلظت های نسبی ایمونوگلوبولین های مختلف در گونه ها بسیار متفاوت است. واضح است که غلظت ها در آغوز بسیار بیشتر از شیر کامل است. در برخی گونه ها IGS از راه پرده های جفت به جنین و درون رحم می رود، در سایر گونه ها این انتقال از راه آغوز و شیر صورت می گیرد، در حالی که هنوز گونه هایی وجود دارند که انتقال ایمونوگلوبولین ها به جنین از هر دو راه امکان پذیر است. ایمونوگلوبولین که از راه آغوز منتقل می شوند بیشتر IgG است در حالی که در گونه هایی که انتقال ایمونوگلوبولین ها از راه جفت صورت می گیرد، غلظت IgA در آغوز بیشتر است. ایمونوگلوبولین G در آغوز و شیر گاو به طور مستقیم از خون ارد پستان می شود.

دو نوع ایمنی را می توان عنوان کرد: ایمنی غیر فعال، که ایمونوگلوبولین ها از مادری که مقاوم به بیماری می باشد به نوزاد منتقل می شود و نوزاد را در مقابل بیماری مقاوم می کند. در ایمنی فعال،

آنتی ژن های تولید شده در غده پستان از راه دهان نوزاد موجب تولید موضعی آنتی بادی ها می شود. مدت زمانی که دیواره روده نوزاد به ایمونوگلوبولین ها نفوذ پذیر است، در بین گونه ها متفاوت است. به عنوان مثال در نشخوارکنندگان بین ۲۴ تا ۳۶ ساعت، در جوندگان ۱۶ تا ۲۰ روز مدت نفوذپذیر بودن روده به ایمونوگلوبولین ها متفاوت است.

شیر بسیاری از گونه ها دارای پروتئینی است که ظاهراً شبیه آلبومین سرم خون می باشد. این مقدار در حدود یک درصد کل پروتئین شیر در شیر کامل گاو است.

لاکتوفرین و ترانسفرین جزء پروتئین های شیر هستند که با آهن پیوند می شوند، همچنین اینها ویژگی بازدارندگی رشد باکتری ها را نیز دارند.

اهمیت غذایی پروتئین های شیر

برای افراد بالغ، شیر گاو غذایی خوشمزه و با قابلیت جذب بالا محسوب می شود و مقدار زیادی از پروتئین ها با کیفیت بالا را فراهم می آورد. در کشورهای توسعه یافته ۲۰ تا ۳۰ درصد پروتئین غذا از راه پروتئین شیر تأمین می شود در صورتی که در هند این شکل تأمین پروتئین کمتر از ۱۰ درصد یا کمتر است و در مکانهای دیگر آسیا این مقدار کمتر از ۲ درصد است.

چون که کازئین با مقدارهای زیادی از کلسیم و فسفر پیوند یافته است، شیر به عنوان منبعی از مواد معدنی محسوب می شود. در کشورهای پیشرفته شاید بیش از دو سوم کلسیم مصرفی در نتیجه خوردن شیر باشد.

کربوهیدرات های شیر

لاکتوز اصلی ترین و متمایزترین کربوهیدرات بیشتر شیرها به حساب می آید، به استثنای شیرهای دریایی که لاکتوز در شیر آنها وجود ندارد یا در پستانداران تخم گذار که تنها مقدار کمی از لاکتوز در شیر وجود دارد. لاکتوز دی ساکاریدی است که از پیوند یک مولکول گلوکز با یک مولکول گالاکتوز پدید می آید. شیر انسان دارای بیشترین غلظت ثبت شده لاکتوز، در حدود ۷۰ گرم در

لیتر، است که خیلی بیشتر از لاکتوز شیر گاو است. لاکتوز بوسیله آنزیم روده ای لاکتاز به اجزاء مونوساکاریدی خود هیدرولیز می شود، اما لاکتوز از اهمیت غذایی بیشتری برخوردار است و به عنوان منبع سوخت متابولیک محسوب می شود.

چون که لاکتوز به آسانی از دیواره روده جذب نمی شود، در اثر تخمیر میکروبی، اسید لاکتیک در روده تولید می شود. با کم شدن PH پایداری نمک های کلسیمی افزایش یافته و به جذب آنها به درون خون کمک می کند و اثر قابل توجه ای بر مقدار بالای کلسیم شیر دارد.

در شیر کربوهیدرات های دیگری یافت می شود که به طور عمومی مقدارشان خیلی کمتر از لاکتوز است. اینها مونوساکاریدهایی مشتمل بر گلوکز، گالاکتوز، اولیگوساکاریدها و کربوهیدرات هایی همچون فوکوز، ان استیل نورامینیک اسید و ان استیل گلوکز آمین هستند.

نمک های شیر

نمک های شیر را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

الف. به صورت یون هایی با وزن مولکولی پایین و کمپلکس ها که نمک های قابل انتشار هستند.

ب. نمک های پیوند یافته با پروتئین که نمک های غیر قابل انتشار نامیده می شوند.

بیشتر کاتیون های عمده شامل پتاسیم، سدیم، کلسیم و منیزیم می باشد و آنیون های عمده را کلر و فسفات معدنی و پروتئین ها تشکیل می دهند، از میان این ها پتاسیم، سدیم و کلر همیشه قابل انتشار هستند. یون های اصلی بخش غیر قابل انتشار (کلوئیدی) را کلسیم، منیزیم، فسفات معدنی و سترات تشکیل می دهند که به طور تنگاتنگی با میسل های کازئین در ارتباط هستند.

سایر اجزاء شیر

شیر دارای موادی است که با غلظت های خیلی کم در آن وجود دارند و به عنوان بخشی از مواد

مغذی اصلی قابل توجه طبقه بندی می شوند، مانند متابولیت های سلولی (به عنوان مثال اسید های آمینه، اوره، ویتامین ها)، عناصر کمیاب (روی، مس و منگنز)، هورمون ها (پرولاکتین و هورمون رشد) و فاکتورهای رشد (که ساخته شدن DNA و تقسیم سلولی را تحریک می کنند).

در ارتباط با تغذیه انسان، شیر گاو از نظر آهن و ویتامین های D و C کمبود دارد. شیر دارای سلول های لوکوسیت، لنفوسیت و سلول های اپیتلیال تخریب شده پستان می باشد. میزان آن ها در آغوز و دوره پیش از پسرقت پستان در بیشترین مقدار است.

اصول تعیین کننده ترکیب شیر

ارزش انرژی شیر در ارتباط با اندازه بدن و از این رو در ارتباط با سرعت متابولیسم مادر و نوزاد است. بین میزان لاکتوز و چربی شیر همبستگی منفی وجود دارد و ارتباط پروتئین و لاکتوز شیر منفی است. میزان کلسیم و فسفر با هم رابطه مثبتی دارند، در حقیقت این ارتباط در نتیجه جدا شدن فسفات و کلسیم از بخش کلوئیدی فسفات کلسیم بیشتر شیرها است، با این وجود مجموع غلظت فسفر و کلسیم رابطه مثبتی با کازئین شیر دارد.

عوامل موثر بر ترکیبات شیر

برخی از اجزای تشکیل دهنده شیر مستقیماً از خون به شیر راه می یابند، حال آنکه دسته ای دیگر در غدد پستانی سنتز می گردند؛ پیش سازهای ساخت این مواد از خون گرفته می شود. در نتیجه، تمامی پدیده های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی که ترکیب خون را تحت تاثیر قرار می دهد ممکن است بر ترکیب شیر نیز موثر واقع شود. علاوه بر این، هورمون ها که قابلیت اثرگذاری بر روی غدد و همچنین بیوسنتز مواد در پستان را دارا هستند نیز می توانند ترکیب شیر را تغییر دهند.

ترکیب شیر تحت الشعاع عواملی چون، وراثت، دوره شیردهی، سن، عفونت غدد پستان، تغذیه، محیط و روش شیردوشی قرار گیرد.

۱. وراثت: وجود اختلاف میان نژادهای گوناگون در یک منطقه اساساً ژنتیکی است. در گذشته ادعا می شد که تاثیر این اختلاف ها، بیشتر در چربی شیر نمایان می گردد و اثر آن بر روی دیگر اجزای اصلی شیر ناچیز است. اما اخیراً طی یک سری کارهای تحقیقاتی، اطلاعات سودمندی به دست آمده است که نشان می دهد دیگر اجزای اصلی شیر نیز تحت تاثیر این امر قرار می گیرند.

اختلاف ترکیب شیر نژادهای مختلف گاو، بخصوص در مقدار چربی و پروتئین قابل توجه است، در صورتی که مقادیر لاکتوز و خاکستر شیر در بین این نژادها، فرق چندانی با هم ندارند. نژاد جرسی و گرنزی شیری با میانگین چربی و پروتئین بالاتر نسبت به دیگر نژادها تولید می کنند.

۲. مرحله شیردهی: ترکیب شیر گاو با پیشرفت دوره شیردهی، به میزان قابل ملاحظه ای تغییر می کند. بیشترین تغییر در ابتدا و انتهای دوره شیردهی روی می دهد. کلستروم یا آغوز اولین تراوش های بعد از زایمان است که ترکیب، ظاهر و خواصی بسیار متفاوت با شیر دارد. کلستروم، ماده ای است لزج، غلیظ، دارای ته رنگ زرد مایل به قرمز، همراه با بویی قوی و طعمی تلخ.

کلستروم حاوی مقادیر بسیار زیادی مواد جامد بوده، در مقایسه با شیر؛ از میزان کازئین، پروتئین های محلول در سرم (بخصوص گلوبولین) و نمک های معدنی بیشتر اما لاکتوز کمتر برخوردار است. میزان چربی آغوز ممکن است از شیر کمتر و یا بیشتر باشد. میزان املاحی چون: کلسیم، منیزیم، فسفر و کلر در آغوز بیشتر از شیر است در صورتی که پتاسیم در حد پایین تری قرار دارد.

میزان چربی، پروتئین کل، کازئین، پروتئین های سرمی و خاکستر شیر، طی ۶ هفته اول شیردهی کاهش می یابد. سپس میزان آنها ثابت مانده یا به تدریج بالا می رود و در انتهای دوره شیردهی، میزان مواد مذکور با سرعت بیشتری افزایش می یابد. روند تغییرات غلظت لاکتوز، عکس دیگر ترکیبات شیر است؛ به این صورت که در حدود هفته های ششم تا هشتم، لاکتوز به حداکثر مقدار خود می رسد و آنگاه به تدریج از میزان آن کاسته می شود و در آخرین ماه از دوره شیردهی، این کاهش شدیدتر می گردد.

۳. سن: سن گاو تاثیر کم اما حتمی بر روی ترکیب شیر می گذارد. میانگین مقدار چربی و مواد جامد بدون چربی طی دوره های شیردهی متوالی کاهش می یابد. به نظر می رسد که پایین آمدن

میزان مواد جامد بدون چربی ناشی از کاهش مقدار کازئین است. دوشش مداوم حیوان به مرور زمان موجب زوال پستان می شود و با بالا رفتن سن، امکان ابتلا به بیماری ماستیدیسی (ورم پستان) در گاو افزایش می یابد.

۴. عفونت غدد پستان: معمولاً ترکیب شیر گاو هایی که به بیماری ماستیدیسی مبتلا شده اند به ترکیب خون نزدیک می شود. نظریه ای وجود دارد مبنی بر اینکه علت این تغییر، صدمه دیدن فعالیت سنتزی و ترشحی سلول های مخاطی پستان و نیز تغییرات پاتالوژیکی است که در هنگام عفونت اتفاق می افتد؛ به عنوان مثال قابلیت نفوذپذیری مویرگ های خونی تغییر می نماید و اتصالات محکم میان سلول های مخاطی گسسته می شود، این امر باعث افزایش نفوذپذیری یونها و پروتئین های خون به داخل شیر می گردد.

در شیر ماستیدیسی غلظت چربی، لاکتوز و کازئین کاهش و غلظت کل پروتئین های سرمی افزایش می یابد؛ در بین پروتئین های سرمی، غلظت آنهایی که در غدد پستانی سنتز می شوند (بتالاکتوگلوبولین و آلفالاکتالبونین) پایین می آید و در مقابل، غلظت پروتئین های سرم خون (سرم آلبومین و ایمونوگلوبولین ها) افزایش پیدا می کند. غلظت مواد معدنی نیز در این حالت تغییر می نماید، به این صورت که غلظت پتاسیم، کلسیم و فسفر کاهش و میزان سدیم و کلر افزایش می یابد.

۵. تغذیه: اگر خوراک دام از حد مورد نیاز کمتر باشد، مقدار تولید شیر کاهش می یابد و این امر ممکن است با افزایش درصد چربی شیر همراه باشد، در حالی که میزان کل چربی تولید شده تغییر چندانی نخواهد کرد. در هر صورت، ترکیب چربی شیر گاو بسته به نوع چربی رژیم غذایی تغییر می نماید و این ارتباط در گاو بسیار پیچیده تر از حیوانات تک معده ای است زیرا قبل از جذب اسید چرب از روده کوچک فرآیند طولانی هضم چربی در داخل شکمبه انجام می پذیرد

۶. محیط: به منظور مشاهده آثار محیط بر روی ترکیب شیر، لازم است سایر عوامل نظیر تغذیه و دوره شیردهی را ثابت نگاه داشت؛ زیرا این عوامل باعث پیچیدگی موضوع شده و مانع از مشخص شدن تاثیر دما و فصل می گردند. چربی و مواد جامد شیر در طول سال بطور کاملاً واضحی تغییر

می یابند. بدین صورت که غلظت چربی و پروتئین در ماه های اردیبهشت - تیر به حداقل و در ماه های مهر - دی به حداکثر مقدار خود می رسد.

نوسان های فصلی اثر خود را تا اندازه ای از طریق تغییر درجه حرارت اعمال می نمایند. دمای بالای محیط از آنجایی که تمایل حیوان نسبت به غذا را کم می کند، سبب کاهش تولید شیر می شود. اما اینکه آیا درجه حرارت تاثیر بر روی درصد ترکیبات شیر می گذارد هنوز بدرستی مشخص نشده است.

علاوه بر درجه حرارت، فصل شامل یک سری فاکتورهای مجزا، نظیر مدت تابش، طول ساعات روز، بارندگی، خشکی و غیره نیز می باشد. بنابراین، با توجه به چنین عوامل پیچیده ای چندان عجیب نیست که درصد ترکیبات شیرهای مختلف متفاوت باشد.

۷. روند شیردوشی: درصد چربی تا پایان عمل شیردوشی بطور مشخص افزایش می یابد، به صورتی که در ابتدای عمل، محصولی با میزان چربی بسیار پایین و در انتها، شیری غنی از چربی به دست می آید. اگر عمل شیردوشی ناقص انجام شود مقدار زیادی چربی در پستان باقی می ماند که می توان آن را در شیردوشی بعدی استحصال نمود. به غیر از چربی، تفاوت محسوسی بین شیر ابتدا و انتهای شیردوشی وجود ندارد. طریقه دوشش (دستی و مکانیکی)، تاثیر بر روی مقدار یا ترکیب شیر نمی گذارد.

خواص فیزیکی شیر

شیر طبیعت شیمیایی و همچنین فیزیکی پیچیده ای دارد. پیچیده بودن ماهیت فیزیکی شیر به لحاظ وجود ترکیبات مختلف در آن می باشد. از آنجایی که هر یک از خصوصیات فیزیکی شیر ناشی از شرکت و همکاری ترکیبات گوناگون است، بالطبع با تغییر ترکیبات موجود، خواص فیزیک آن نیز تغییر خواهد کرد.

۱. رنگ: رنگ شیر بر اساس عواملی چون: نژاد حیوان، نوع تغذیه، میزان چربی و مواد جامد موجود در آن از سفید مایل به آبی تا زرد طلایی متغییر است. شیر در مقادیر زیاد؛ ظاهری کاملاً مات داشته، لایه های نازک آن کمی شفاف به نظر می رسد.

رنگ سفید شیر در نتیجه پراکندگی نور منعکس شده به وسیله گلبولهای چربی و ذرات کلوئیدی کازئین و فسفات کلسیم می باشد. وجود کاروتن محلول در چربی؛ ظاهری زرد رنگ به این محصول می دهد. شیری که چربی آن گرفته شده باشد رنگی متمایل به آبی خواهد داشت.

۲. خواص: شیر گاو در محدوده ۶/۵ تا ۶/۷ با میزان متوسط ۶/۶ در دمای حدود 25°C می باشد. اختلاف PH و ظرفیت بافری در میان شیر تازه افراد یک گونه به طرز عمل غدد پستانی مربوط است. PH بالاتر از ۶/۷، معمولاً مشخص کننده ماستیدیس و پایین تر از ۶/۵ نشان دهنده وجود کلسترول یا فساد باکتریایی است. شیر تازه به دلیل داشتن ترکیباتی چون پروتئینها؛ فسفات؛ دی اکسید کربن؛ سترات و مواد دیگری از این قبیل همانند یک بافر پیچیده عمل می نماید.

۳. پتانسیل اکسیداسیون - احیای شیر: شیر در شرایط عادی دارای پتانسیلی (Eh) مابین $0.2 +$ تا $0.3 +$ ولت است. اکسیژن محلول در شیر، عامل اصلی در ایجاد این پتانسیل می باشد. با خروج این اکسیژن ((به عنوان مثال، با عبور دادن گاز دیگری از داخل شیر)) میزان این فاکتور به صفر می رسد.

۴. ثقل ویژه: ثقل ویژه یک ماده، عبارت از نسبت وزن آن ماده به وزن آب هم حجمش می باشد. متوسط مقدار ثقل ویژه شیر طبیعی در درجه حرارت $15/5^{\circ}\text{C}$ ، $1/032$ بوده به ندرت خارج از محدوده $1/030$ تا $1/034$ قرار می گیرد. شیر از آب سنگین تر است زیرا تمام اجزای جامد آن، به استثنای چربی، ثقل ویژه بیش از آب دارند. بنابراین با خارج نمودن چربی مثلاً به شکل خامه، ثقل ویژه افزایش و با اضافه کردن آب از میزان آن کاسته می شود. فرآیند شیر و حرارت نیز باعث تغییر ثقل ویژه می شود.

۵. ویسکوزیته: ویسکوزیته شیر معمولی در حدود $1/5$ تا 2 cp است. ویسکوزیته تابعی از مواد جامد فرآورده می باشد. میسلهای کازئین و گلبولهای چربی، مهمترین نقش را در ویسکوزیته شیر بر عهده دارد. بنابراین هر گونه تغییر در ماهیت فیزیکی پروتئینها یا چربیها باعث تغییر در ویسکوزیته می شود.

۶. **نقطه انجماد:** نقطه انجماد با ثبات ترین خصوصیت فیزیکی شیر است. نزول نقطه انجماد، نسبت مستقیمی با تعداد ذرات موجود در محلول دارد. نقطه انجماد شیر اساساً بوسیله ترکیبات عمدۀ ای که وزن مولکولی پایین دارند (لاکتوز و نمکها) تعیین می گردد. بطور کلی، ارتباط متقابل میان غلظت لاکتوز و نمک شیر باعث می شود که فشار اسمزی آن در نزدیکی فشار اسمزی خون ثابت باقی بماند (لاکتوز عمدۀ ترین و بارزترین کربوهیدرات موجود در شیر می باشد).

نگهداری، جمع آوری، حمل و نقل شیر خام

قدمت روش های مختلف دوشش و جمع آوری شیر به پیدایش بشر بر روی کره زمین بر می گردد. شواهد نشان می دهد که حدود ده هزار سال قبل از میلاد مسیح دام ها اهلی شده و دامداری انجام شده است. در هر شرایط اقلیمی خاص نوع به خصوصی از دام های شیری پرورش یافته اند. سیر تکاملی جمع آوری از میزان ۲ تا ۳ لیتر در ظروف سفالی و کوزه تا مخازن مدرن مجهز به سیستم های سردکننده با ظرفیت چند هزار لیتر در حال حاضر رسیده است.

به علت پایین بودن ظرفیت کارخانه های فرآوری شیر در گذشته، شیر مورد نیاز از تعداد معدودی دامداری که در نزدیکی کارخانه ها قرار داشتند تأمین می گردید و چون مسافت بین مرکز تولید و فرآوری کوتاه بود، نیاز چندانی به روش های مدرن برای سرد کردن شیر احساس نمی شد.

اما امروزه، با توجه به رشد جمعیت و افزایش ظرفیت کارخانه ها، دیگر شیر دامداری های نزدیک پاسخگوی نیاز کارخانه ها نبوده و لذا شیر باید از تعداد دامداری های بیشتری جمع آوری و به کارخانه حمل گردد. بنابراین پاسخ به این نیاز موجب تأسیس مراکز جمع آوری با استفاده از تکنولوژی مدرن حمل و نقل و سردسازی شیر گردید.

با فرض اینکه شیر دوشیده شده از نظر فیزیکی و شیمیایی دارای کیفیت مشخصی می باشد، وقایعی که ممکن است از لحظه ورود شیر به تانک ذخیره شیر خام در مزرعه، تا هنگام خروج از آن در کارخانه اتفاق بیفتد، در این فصل مورد بررسی قرار می گیرد.

مراحل مربوط به حمل شیر از مزرعه تا کارخانه

معمولاً جریان شیر از مزرعه به سمت کارخانه، با پمپاژ از مخزن جمع آوری در مزرعه به تانکرهای حمل کننده شروع می شود. پس از آن، شیر به ایستگاه جمع آوری یا مستقیماً به کارخانه منتقل می گردد. در حالت اول، شیر جمع آوری شده به همراه شیر واصله از مناطق دیگر، سرد و انبار شده، بعد از مدتی کوتاه یا طولانی، مجدداً به تانکر حمل کننده منتقل و از آنجا معمولاً به مخزن ذخیره ی شیر خام واقع در کارخانه برده می شود.

قبل از بررسی جزئیات کیفی، فیزیکی و شیمیایی شیر بدان علت که ممکن است کیفیت شیر طی نقل مکان از مزرعه تا کارخانه دستخوش تغییراتی شود، به راست نظری دقیقتری به مراحل مختلف، از جمله مخزن جمع آوری در مزرعه، تانکر حمل کننده، ایستگاه جمع آوری و مخزن نگهداری شیر خام در کارخانه انداخته شود.

۱. مخزن جمع آوری شیر در مزرعه

غالباً قبل از ورود شیر به مخزن جمع آوری، دمای آن را توسط صفحات سرد کننده به حدود ۵ درجه کاهش داده، برای مدتی در همان درجه حرارت نگهداری می نماید. عمل سرد کردن باید به دقت انجام گیرد.

استفاده از فشار بسیار زیاد پمپ، بویژه در قسمت صفحات سرد کننده، مضراتی را در بردارد. به همزدن شیر که به لحاظ حفظ ثبات فیزیکی امولسیون چربی و نیز سرد نگهداشتن شیر انجام می شود می باید به آرامی صورت گیرد تا از نفوذ و اختلاط هوا با شیر ممانعت به عمل آید.

چنانچه عمل سرد شدن شیر در تانک انجام شود، زمان اختلاط شیر ورودی با شیر سرد موجود در تانک باید به حداقل ممکن تقلیل یابد، زیرا گرم و سرد شدن تدریجی شیر بر روی فاز چربی اثر می گذارد.

۲. تانکر حمل کننده

غالباً هنگامیکه محتویات سرد شده ی مخزن جمع آوری شیر در مزرعه به تانکر پمپ می شود، احتمال ورود هوا به آن شدت پیدا می کند، لذا تنظیم فشار پمپ در این مرحله، امری ضروری است. در زمان ورود به تانک، شیر به اطراف پاشیده و در نتیجه با هوا مخلوط می شود. این وقایع ممکن است درحین انجام دیگر عملیات مکانیکی نیز اتفاق بیفتد.

۳. ایستگاه جمع آوری

در صورت انتقال شیر به ایستگاه جمع آوری، به دلیل افزایش درجه ی حرارت آن در حین جابه جایی، ابتدا می باید آنرا به سمت صفحات سردکننده هدایت کرد. شیر پس از سرد شدن، چند ساعتی را در دمای ۵ درجه داخل تانکهای ذخیره سپری می کند. ایجاد تلاطم در شیر به منظور جلوگیری از تشکیل سرشیر، هرچندوقت یکبار ضروری است. در اینجا نیز لازم است باشیر خام به دقت رفتار شود. به عنوان مثال، از انجام اعمال مکانیکی شدید می باید اجتناب نمود.

۴. تانک ذخیره شیر خام در کارخانه

درجه حرارت شیر واصله، ابتدا توسط صفحات سرد کننده به زیر ۴ درجه سانتی گراد رسانده می شود. سپس، شیر خام سرد شده قبل از اینکه وارد فرآیند شود به مدت چند ساعت و یا حتی چند شبانه روز ذخیره می گردد.

در این قسمت برای ممانعت از تشکیل سر شیر، گاه به گاه شیر را هم می زنند. البته به دلیل بالا بودن گنجایش تانک های ذخیره شیر خام (بیش از ۱۰۰ هزار لیتر)، هم زدن دقیق و به قدر کفایت بسیار مشکل است. به هر حال توصیه می شود با شیر خام به ملایمت رفتار شود. این موضوع به ویژه از نظر ثبات و پایداری امولسیون چربی در شیر اهمیت بسزایی دارد.

شیر خام تحویل داده شده به کارخانه ابتدا باید از نظر میکروبی، شیمیایی و فیزیکی در آزمایشگاه تأیید شود و پس از تأیید، تانکر حاوی شیر روی سکو رفته و ابتدا به وسیله سطل های شماره گذاری شده و توسط هم زن های دستی برای یکنواخت شدن دانسیته و چربی نمونه برداری شده بعد توسط

پمپ تخلیه می شود و توسط فلومتر هایی مقدار شیر ورودی اندازه گیری می شود، در همان ابتدا بر اساس درصد چربی، شیر قیمت گذاری می شود.

بنابر کد گاوداری اطلاعات لازمه از جمله وجود آنتی بیوتیک یا عدم وجود آن، دما و... در کامپیوتر ثبت می شود و سالانه بر اساس آمار حاصله به دامداری که شیر بهتری به کارخانه تحویل داده باشد پاداش بهداشتی ارائه داده خواهد شد.

و مراحل تحویل بصورت زیر می باشد:

۱. مرحله اول: فیلتراسیون (Pre Filtration)

در این مرحله بعد از تخلیه شیر، صافی هایی از جنس استیل و مشبک در دستگاه موجود است که شیر ورودی به دستگاه از این صافی عبور می کند و اجسام درشت و مواد خارجی از جمله سنگریزه و حشراتی مانند مگس بر روی این صافی ها رسوب می کنند.

*توجه: این صافی ها به عنوان نقطه بحرانی در HACCP یعنی CCP محسوب می شوند.

۲. مرحله دوم: جرم گیری (Clari Fication)

اساس این مرحله بر روی نیروی گریز از مرکز می باشد. این مرحله از مهمترین قسمت ها در تحویل شیر خام محسوب می شود. که در آن اجسام خارجی خیلی ریز از شیر جدا می گردند که دستگاه مورد استفاده کلاریفایر می باشد

۳. مرحله سوم: سرد کردن (Cooling)

بطور کلی طیف دمائی بالای صفر جهت نگهداری محصولات C ۱۰-۰ (در اینجا دمای ۴ درجه می باشد) می باشد. بدینصورت که از ۵°C-۰ میکروارگانیسم ها دارای رشد منطقی هستند، البته برای محصولات متفاوت زمان های تعریف شده خاصی وجود دارد، و از ۱۰-۵ سرعت رشد میکروارگانیسم ها تشدید خواهد شد و در دمای ۱۰°C همان دمای بحرانی (CCP) میکروارگانیسم ها رشد غیر عادی یا لگاریتمی دارند و در دمای بالای ۱۰ آسیب شدیدی به بافت شیر خواهد خورد.

باید به سرعت شیر را به طیف نگهداری رساند که سرعت این عملیات بسیار مهم است، هر چه سرعت بیشتر باشد زمان کمتر و در نتیجه آسیب به بافت شیر توسط میکرو ارگانیسم ها کمتر خواهد بود، در سرعت کم میکرو ارگانیسم ها توکسین، آنزیم و... تولید کرده و به بافت هایی چون چربی و پروتئین آسیب می رسانند و باکتری های سرما دوست فرصت رشد یافته و باعث فساد شیر می شوند. در این مرحله شیر خام بوسیله سیستم Plate Cooler تادمای ۵-۰ °C سرد می شود.

۴. مرحله چهارم: مخازن نگهداری شیر

این مخازن سیلوهای هستند دو جداره از جنس استیل ضد زنگ که شیر به مدت ۵-۴ ساعت می تواند در آن نگهداری شود. این چهار مرحله، مراحل تحویل شیر می باشند. در این مراحل کلیه دستگاه ها بوسیله روش CIP روزی چند بار بسته به میزان جرم موجود دستگاهها شستشو می شوند.

عوامل موثر در رشد و تکثیر باکتری ها پس از دوشش

الف. زمان نگهداری شیر در دامداری یا مرکز:

چنانچه شیر دوشیده شده در محل دامداری و یا منزل روستاییان باقی بماند تا صبح روز بعد تحویل شود، ایجاد آلودگی هر چه بیشتر در آن امری حتمی خواهد بود. این امر در مراکز جمع آوری مهم است چون شیر دامداران مختلف با هم مخلوط می شود و چنانچه دامداری شیر آلوده داشته باشد، موجب آلودگی کل محموله خواهد شد.

ب. خنک کردن شیر به طور آهسته:

این عمل موجب می شود که باکتری هایی که قبلاً وارد شده اند امکان رشد و تکثیر بیابند. زیرا تا زمانی که دمای شیر به ۴ درجه نرسیده باشد هنوز رشد و تکثیر باکتری ها ادامه دارد. برای مثال اگر دمای شیر ۳۰ درجه باشد، ظرف ۴,۵ ساعت بار میکروبی آن به ۱۰ میلیون می رسد و اگر دمای شیر ۱۵ درجه باشد ظرف ۲۰ ساعت و اگر دمای شیر ۱۲ درجه باشد ظرف ۱۲ ساعت بار میکروبی آن به ۱۰ میلیون در هر میلی لیتر می رسد. در حالیکه اگر دمای شیر ۴ درجه باشد، رشد باکتری

ها تقریباً متوقف می شود. بنابراین باید شیر را بلافاصله پس از دوشش خنک کرده و اجازه نداد که در دمای محیط باقی بماند.

ج. معطل نشدن شیر قبل از تحویل:

حتی شیر خنک شده نیز باید سریع تر به مقصد حمل شده و معطل نشود زیرا این امر موجب بروز کهنگی، رشد باکتری های سرما دوست و محرومیت از جوایز بهداشتی خواهد داشت.

فرآیند حرارتی شیر

شیر دوشیده شده از دام دارای دمای معادل ۳۷,۵ تا ۳۸,۵ درجه سانتی گراد بوده، چنانچه از دام های سالم دوشیده شود، عاری از هرگونه باکتری می باشد.

لذا بلافاصله پس از خروج از پستان دام، به منظور جلوگیری از هرگونه آلودگی ثانویه باید تحت حفاظت و مراقبت شدید قرار گیرد. میکروارگانیسم ها تحت شرایطی نظیر انتقال از پستان دام، دست های آلوده کارگران شیردوشی، از طریق اجزای خارجی مانند جریان هوا منتقل می گردند و یا توسط قطراتی از آب و نیز به واسطه موی بدن دام ها و همچنین از طریق علوفه و خاک، قادرند به شیر وارد شده و سبب ایجاد فساد در شیر گردند.

شیرهایی که به این طریق دچار آلودگی می شوند باید صاف و فرآوری گردند. لذا توجهات ویژه ای باید معطوف گردد تا با در نظر گرفتن جنبه های کیفی و میکروبیولوژیکی شیر، نهایتاً شیر استاندارد تولید و عرضه گردد.

شیر به لحاظ دارا بودن انواع ترکیبات مغذی، بهترین محیط کشت برای انواع باکتری ها محسوب می گردد. در صورت ورود میکروارگانیسم ها به شیر، آنها قادر خواهند بود تا به سرعت شروع به تکثیر نمایند و تا زمانی که شیر سرد نشود، عمل تخریب آن توسط میکروارگانیسم ها ادامه خواهد داشت. با توجه به اینکه دامنه دمایی رشد اکثر میکروارگانیسم ها در محدوده ۳۷ درجه است، لذا

شیر باید در دمایی کمتر از دامنه نگهداری گردد، لذا توصیه می شود که به سرعت تا دمای ۴ درجه سرد شود.

این عمل بلافاصله پس از دوشش شیر از دام باید انجام پذیرد. در دمای ۴ درجه میزان فعالیت میکروارگانیسم ها در پایین ترین سطح خود قرار دارد. اما باکتری ها در صورتی که دمای محیط در طی مرحله ذخیره سازی شیر افزایش یابد، به تکثیر و تقسیم شدن مجدد ادامه خواهند داد. بنابراین از مهمترین نکات در مراحل بعد از دوشش، جمع آوری، انتقال، فرآوری و نهایتاً ذخیره سازی شیر این است که دمای شیر حتی المقدور در پایین ترین سطح حفظ و نگهداری شود.