

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه گجرات

دانشکده کشاورزی

گروه علوم دامی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته

تغذیه دام

عنوان پایان نامه

**مقایسه اثرات دفعات شیردوشی در اوایل دوره شیردهی بر عملکرد تولیدی
و فراسنجه‌های خونی گاوهای هلشتاین**

تحقیق و نگارش

رضا نظرزاده

اساتید راهنما

دکتر حمید امانلو

دکتر مهدی دهقان بنادکی

استاد مشاور

دکتر حمید رضا میرزایی الموتی

تاریخ دفاع

تابستان ۱۳۹۰

تقدیر و تشکر

خداوند بزرگ و یکتا را سپاسگزارم که توفیق فراگیری دانش را بر من ارزانی داشت و عنایتی فرمود تا بتوانم این مقطع تحصیلی را به پایان برسانم. صمیمانه از کلیه کسانی که به هر صورت ممکن در پیشرفت تحصیلی من نقش داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایم. در ابتدا بر خود لازم می‌دانم از زحمات اساتید راهنما جناب آقای دکتر حمید امانلو و جناب آقای دکتر مهدی دهقان بنادکی که بی‌شک افتخار شاگردی این دو استاد بزرگوار، بزرگترین افتخار دوران تحصیلی من می‌باشد، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم. از زحمات آقای دکتر حمید رضا میرزایی الموتی که مشاوره این پایان نامه را بر عهده داشتند نیز تشکر می‌نمایم. از دیگر اساتید گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان که در طول دوران تحصیل از وجود آن‌ها بهرمنند شدم نیز تقدیر و تشکر می‌نمایم. از کلیه پرسنل مجتمع گاوداری بیحین به ویژه مهندس اله مرادی مدیر عامل شرکت نیز کمال سپاسگزاری را دارم. همچنین از زحمات دوستان عزیزم آقایان مهدی اسلامی‌زاد، رسول حیدری خورمیزی، نبی اله آقازیارتی فراهانی، رضا نوری و سایر عزیزانی که مرا یاری کرده‌اند سپاسگزارم و موفقیت روز افزون آن عزیزان را از خداوند خواستارم.

رضا نظرزاده شهریور ۱۳۹۰

چکیده

این پژوهش به منظور مقایسه اثرات دفعات دوشش بر روی تولید شیر و فراسنجه‌های خونی گاوهای هلشتاین انجام شد. ۶۶ رأس گاو هلشتاین (۱۵ گاو یک بار زایش کرده و ۱۸ گاو چند بار زایش کرده) به دو تیمار اختصاص داده شدند: (۱) چهار بار دوشش در روز به مدت سه ماه و سپس بازگشت به سه بار دوشش (۲X) و (۲) شش بار دوشش در روز به مدت سه ماه و سپس بازگشت به سه بار دوشش (۶X). میزان شیر تولیدی انفرادی گاوها به صورت ۲ روز متوالی در هر هفته ثبت گردید. گاوها بلافاصله پس از زایش وزن کشی و از لحاظ وضعیت بدنی امتیازدهی شدند و طی دوره آزمایشی نیز به صورت ماهانه این کار انجام می شد. نمونه‌های خون و شیر در روزهای ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ گرفته شدند. تولید شیر و شیر تصحیح شده بر اساس چربی (۳/۵ درصد) در تیمارها تفاوت معنی‌داری با هم نداشت. تیمارها از نظر غلظت چربی و پروتئین شیر نیز تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند اما درصد لاکتوز شیر گاوهای چهار بار دوشش در مقایسه با گاوهای شش بار دوشش کم‌تر بود ($P < 0/01$). تعداد سلول‌های بدنی شیر گاوهای چهار بار دوشش در مقایسه با گاوهای شش بار دوشش بیش‌تر بود ($P < 0/05$). تیمارها از نظر غلظت فراسنجه‌های خونی شامل غلظت گلوکز، اسیدهای چرب غیر استریفه، بتا-هیدروکسی‌بوتیرات و کل پروتئین پلاسمای خون، تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. اما غلظت نیتروژن اوره‌ای خون گاوهای چهار بار دوشش در مقایسه با گاوهای شش بار دوشش تمایل به کم‌تر بودن داشت ($P < 0/1$). دفعات دوشش هم‌چنین تأثیری بر ماده خشک مصرفی نداشت. میانگین وزن بدن و امتیاز وضعیت بدنی گاوهای شش بار دوشش در مقایسه با گاوهای چهار بار دوشش بالاتر بود و گاوهای شش بار دوشش نسبت به گاوهای چهار بار دوشش زودتر شروع به افزایش وزن کردند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که چهار و شش بار دوشش در اوایل دوره شیردهی، از نظر تولید شیر و فراسنجه‌های خونی تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

واژگان کلیدی: دفعات دوشش، عملکرد تولیدی، فراسنجه‌های خونی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه

۱

مقدمه

فصل دوم: بررسی منابع علمی

۵

۱-۲ پستان

۵

۱-۱-۲ تشریح غده پستان

۵

۲-۱-۲ سیستم ترشحات پستان

۶

۳-۱-۲ توسعه غده پستان

۷

۴-۱-۲ کنترل هورمونی رشد غدد پستانی

۷

۵-۱-۲ گامه های شیردهی

۷

۱-۵-۱-۲ آغاز شیردهی (لاکتوزنز) و کنترل هورمونی آن

۹

۲-۵-۱-۲ تداوم شیردهی (گالاکتوپویسیز) و کنترل هورمونی آن

۱۰

۳-۵-۱-۲ برگشت به حالت اولیه (کوچک شدن یا رجعت پستان)

۱۰

۲-۲ عوامل تعیین کننده تولید شیر در طول دوره شیردهی

۱۰

۱-۲-۲ اندازه غده پستانی

۱۱

۲-۲-۲ تغییرات در تعداد سلول پستانی در طول دوره شیردهی

۱۱

۱-۲-۲-۲ به دست آوردن تولید بالقوه شیر در آغاز دوره شیردهی

۱۱

۲-۲-۲-۲ کاهش تعداد سلول های پستانی پس از اوج تولید شیر

۱۲

۳-۲-۲-۲ جایگزینی سلول های پستانی

۱۲

۱-۳-۲-۲-۲ تکثیر سلول های اپتیلیایی در طول دوره شیردهی

۱۲

۲-۳-۲-۲-۲ مرگ سلول های اپتیلیایی پستان در طول دوره شیردهی

۱۲

۳-۳-۲-۲-۲ جایگزینی سلولی در غده پستان در طول دوره شیردهی

۱۳

۳-۲ عوامل موثر بر فعالیت و تعداد سلول های اپتیلیایی پستان

۱۳

۱-۳-۲ ژنتیک دام

۱۴	۲-۳-۲ جیره غذایی
۱۴	۳-۳-۲ آبستنی در طول دوره شیردهی
۱۵	۴-۲ دفعات شیردوشی
۱۵	۱-۴-۲ افزایش دفعات دوشش
۱۷	۲-۴-۲ کاهش دفعات دوشش
۱۷	۳-۴-۲ فواصل و دفعات دوشش
۱۸	۱-۳-۴-۲ یک بار دوشش در روز (۱X)
۱۹	۲-۳-۴-۲ دوبار دوشش در روز (۲X)
۱۹	۳-۳-۴-۲ سه بار دوشش در روز (۳X)
۲۱	۴-۳-۴-۲ چهار بار دوشش در روز (۴X)
۲۲	۵-۳-۴-۲ پنج یا شش بار دوشش در روز (۵X یا ۶X)
۲۲	۴-۴-۲ دفعات دوشش و سلامت پستان
۲۳	۵-۴-۲ دفعات دوشش در اوایل دوره شیردهی
۲۴	۶-۴-۲ مکانیسم عمل دفعات دوشش در اوایل دوره شیردهی
۲۵	۷-۴-۲ ارتباط دفعات دوشش و خوراک مصرفی گاوها
۲۶	۸-۴-۲ مدیریت دفعات دوشش در اوایل دوره شیردهی

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳۰	۱-۳ محل اجرای طرح
۳۰	۲-۳ مشخصات گاوهای مورد آزمایش
۳۰	۳-۳ تغذیه گاوها
۳۲	۴-۳ مدیریت گاوها
۳۳	۵-۳ نحوه جمع‌آوری نمونه‌ها و رکوردگیری‌ها
۳۳	۱-۵-۳ اندازه‌گیری وزن بدن و تغییرات آن
۳۳	۲-۵-۳ تعیین امتیاز وضعیت بدنی
۳۳	۳-۵-۳ خوراک مصرفی

۳۳	۴-۵-۳ نمونه گیری خون
۳۴	۳-۵-۵ ثبت رکورد تولید شیر و نمونه برداری از شیر
۳۴	۳-۵-۶ زمان‌های دوشش
۳۵	۳-۶ مدل آماری

فصل چهارم: نتایج

۳۷	۴-۱ تولید شیر گاوها
۳۷	۴-۱-۱ شیر خام
۳۹	۴-۱-۲ شیر تصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی
۳۹	۴-۲ ترکیبات شیر گاوها
۳۹	۴-۲-۱ چربی شیر
۴۰	۴-۲-۲ پروتئین شیر
۴۰	۴-۲-۳ لاکتوز شیر
۴۱	۴-۲-۴ مواد جامد بدون چربی شیر
۴۱	۴-۲-۵ کل مواد جامد شیر
۴۲	۴-۲-۶ تعداد سلول‌های بدنی شیر
۴۲	۴-۲-۷ نیتروژن اوره‌ای شیر
۴۳	۴-۳ ماده خشک مصرفی گاوها
۴۴	۴-۴ تغییرات وزن بدن گاوها
۴۵	۴-۵ امتیاز وضعیت بدنی گاوها
۴۶	۴-۶ فراسنجه‌های خونی گاوها
۴۶	۴-۶-۱ گلوکز
۴۷	۴-۶-۲ بتا-هیدروکسی بوتیرات اسید (BHBA)
۴۸	۴-۶-۳ اسید چرب غیراستریفه (NEFA)
۴۸	۴-۶-۴ پروتئین کل (TP)
۴۹	۴-۶-۵ نیتروژن اوره‌ای خون (BUN)

فصل پنجم: بحث

۵۱	۱-۵ تولید شیر گاوها
۵۴	۲-۵ ترکیبات شیر گاوها
۵۶	۳-۵ ماده خشک مصرفی
۵۸	۴-۵ تغییرات وزن بدن
۵۹	۵-۵ فراسنجه‌های خونی
۶۱	نتیجه‌گیری کلی
۶۲	پیشنهادات
۶۳	فهرست منابع

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۳۱	جدول ۱: اجزاء مواد خوراکی جیره پایه
۳۲	جدول ۲: غلظت انرژی و ترکیب شیمیایی جیره پایه بر اساس ۱۰۰ درصد ماده خشک
۳۸	جدول ۴-۱ میانگین‌های تولید و ترکیبات شیر
۴۳	جدول ۴-۲ میانگین‌های ماده خشک مصرفی، تغییرات وزن بدن و امتیاز وضعیت بدنی
۴۷	جدول ۴-۳ میانگین غلظت فراسنجه‌های پلاسمای خون گاوها

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۳۷	شکل ۴-۱ اثر دفعات دوشش بر روند تغییرات تولید شیر گاوهای هلشتاین
۳۹	شکل ۴-۲ اثر دفعات دوشش بر روند تغییرات درصد چربی شیر گاوهای هلشتاین
۴۰	شکل ۴-۳ اثر دفعات دوشش بر روند تغییرات مقدار چربی شیر تولیدی گاوهای هلشتاین
۴۱	شکل ۴-۴ اثر دفعات دوشش بر درصد لاکتوز شیر گاوهای هلشتاین
۴۲	شکل ۴-۵ اثر دفعات دوشش بر تعداد سلول‌های بدنی شیر گاوهای هلشتاین
۴۳	شکل ۴-۶ اثر دفعات دوشش بر روند تغییرات ماده خشک مصرفی گاوهای هلشتاین
۴۴	شکل ۴-۷ اثر دفعات دوشش بر روند تغییرات وزن بدن گاوهای هلشتاین
۴۴	شکل ۴-۸ اثر دفعات دوشش بر میانگین تغییرات وزن بدن گاوهای هلشتاین
۴۵	شکل ۴-۹ اثر دفعات دوشش بر روند تغییرات وضعیت بدنی گاوهای هلشتاین
۴۶	شکل ۴-۱۰ اثر دفعات دوشش بر میانگین امتیاز وضعیت بدنی گاوهای هلشتاین
۴۶	شکل ۴-۱۱ اثر دفعات دوشش بر روند تغییرات گلوکز خون گاوهای هلشتاین
۴۷	شکل ۴-۱۲ اثر دفعات دوشش بر روند تغییرات بتا-هیدروکسی بوتیرات اسیدخون گاوهای هلشتاین
۴۸	شکل ۴-۱۳ اثر دفعات دوشش بر روند تغییرات اسید چرب غیر استریفه خون گاوهای هلشتاین
۴۹	شکل ۴-۱۴ اثر دفعات دوشش بر روند تغییرات پروتئین کل خون گاوهای هلشتاین
۴۹	شکل ۴-۱۵ اثر دفعات دوشش بر روند تغییرات نیتروژن اوره‌ای خون گاوهای هلشتاین

مقدمه

مقدمه

شیر یکی از بهترین غذاهای شناخته شده و یگانه منبع غذایی طبیعی نوزاد پستانداران است. برای نوزاد انسان شیر تنها منبع غذایی برای چند ماه اول زندگی است و در اغلب کشورها نقش مهمی در تغذیه نوزادان در حال رشد بازی می‌کند. شیر به سبب داشتن دو جزء اصلی خود یعنی پروتئین و کلسیم در تغذیه انسان جایگاه ارزشمندی دارد. پروتئین شیر حاوی اکثر اسیدهای آمینه ضروری است که به طور معمول در غلات مصرفی انسان به مقدار کم یافت می‌شود. افزون بر این پروتئین‌های شیر به سادگی هضم می‌شوند و با هزینه کمی تولید می‌شوند (ضمیری، ۱۳۸۵).

صنعت تولید شیر، بر اساس توانایی پستانداران، در تولید شیر به مقدار بیش از حد نیاز مصرف نوزادان خود پایه گذاری شده است. بیشتر شیر تولیدی در جهان (بیش از ۹۰ درصد)، از گاو به دست می‌آید. طی قرن‌ها، گاو و برخی از پستانداران را به دلیل توان آن‌ها در تولید شیر زیاد، انتخاب و اصلاح نژاد کرده‌اند.

شیردهی، به ویژه در گاو شیری، باعث جهت یافتن قابل توجه مواد مغذی از سایر بافت‌ها، به سمت غده پستان^۱ برای حمایت از تولید شیر می‌شود. مدت زمان زیادی است که مشخص شده، دفعات خروج شیر، کل حجم شیر تولیدی را در یک الگوی مستقیم و مثبت، تحت تأثیر قرار می‌دهد (Barner et al., 1990; Bar-peled., 1998). شیر تولیدی در گاوهای شیری را می‌توان توسط ابزارهای گوناگونی شامل اصلاح ژنتیک، محیط، استفاده از هورمون و دیگر عوامل افزایش داد. یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای افزایش شیر تولیدی افزایش دفعات شیردوشی است.

امروزه یکی از اهداف اصلی در صنعت پرورش گاوهای شیرده کاهش کل تعداد گاوها و کاهش میزان ماده مغذی مورد نیاز برای تولید شیر و کل هزینه تولید شیر با استفاده از روش‌ها و تکنولوژی‌های جدید است. این امر در آمریکا باعث شده است تا تعداد کل گاوها کاهش یابد (Dunlap et al., 2000).

یکی از دلایل کاهش تعداد گاوها در سال ۱۹۸۰ تا حدود یک دوم سال ۱۹۵۵، افزایش تولید شیر هر گاو در حدود ۲ برابر سال‌های قبل از آن است که باعث صرفه جویی در ماده مغذی مصرفی و افزایش بهره‌وری هر گاو و کاهش هزینه تولید شده است (Wall and T. B. McFadden 2007a).

استیون^۲ و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که شیر تولیدی در گاوهای شیری توسط ابزارهای گوناگونی شامل اصلاح ژنتیکی، محیط، استفاده از هورمون‌ها و دیگر عوامل می‌تواند افزایش یابد. در طی سال‌های اخیر چندین روش برای کمک به تولیدکنندگان برای بهینه کردن تولید و بازگشت سرمایه

^۱Mammary gland

^۲Steven

توسعه یافته است که از جمله آن می‌توان افزایش دفعات دوشش، دستکاری ساعات روشنایی و استفاده از سوماتوتروپین گاوی (bST) را نام برد.

یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای افزایش شیر تولیدی افزایش دفعات شیردوشی است. به اثبات رسیده است که افزایش دفعات شیردوشی، تولید شیر را افزایش می‌دهد (Amos et al., 1985; McNamara et al., 2008).

برخی از پژوهش‌ها دو بار دوشش در روز را با سه بار دوشش و دفعات بیشتر، تحت شرایط مدیریتی استاندارد مقایسه کرده‌اند (Amos et al., 1985; Boutinad et al., 2003; Wiking et al., 2006). که البته نتایج متفاوتی به دست آمده است. خلاصه آن آزمایش‌ها، پیشنهاد می‌کند که در کل طول دوره شیردهی سه بار شیردوشی در روز در مقایسه با دو بار شیردوشی در روز، بسته به سطح تولید موجب افزایش ۲/۶ کیلوگرمی در میانگین روزانه می‌شود (آقازیارتی فراهانی، ۱۳۸۶).

در مطالعه اسلامی‌زاد و همکاران (۲۰۱۰) نیز، مقایسه شش و سه بار دوشش تا ۹۰ روز شیردهی یا در کل دوره شیردهی بر عملکرد تولیدی گاوهای هلشتاین بررسی گردید. نتایج نشان داد شش بار دوشش تا ۹۰ روز شیردهی عملکرد تولیدی مشابهی با شش بار دوشش تا پایان دوره شیردهی ایجاد می‌کند و هر دو تیمار نسبت به سه بار دوشش به طور معنی‌داری موجب افزایش تولید شیر گاوها شدند.

به طور کلی بیش‌تر مقایسه‌های انجام شده در پژوهش‌های مختلف بین سه و شش بار دوشش (Sanders, 2000; VanBaale et al., 2005; Eslamizad et al., 2010) یا دو و چهار بار دوشش (Hale et al., 2003; Wall and McFadden, 2007a,b) در روز بوده است و تا کنون پژوهشی در مورد مقایسه اثرات چهار و شش بار دوشش در سه ماه اول دوره شیردهی انجام نشده است. پژوهش حاضر در ادامه پژوهش اسلامی‌زاد و همکاران (۲۰۱۰) جهت مقایسه اثر شش یا چهار بار دوشش در ابتدای دوره شیردهی بر روی تولید شیر و فراسنجه‌های خونی طراحی شد. با توجه به هزینه اقتصادی و صرف انرژی بیش‌تر برای دفعات دوشش بیش‌تر برای دام، تعیین حداقل دفعات دوشش که باعث اثرات مثبت بر غده پستان و بهبود عملکرد تولیدی شود ضروری به نظر می‌رسد.

بررسی منابع

۱-۲ پستان

۱-۱-۲ تشریح غده پستان

پستان^۱ گاو از ۴ غده پستانی تشکیل شده است. نیمه راست و نیمه چپ پستان به طور کامل از یکدیگر متمایزند. و در هر نیمه، غده‌های پیشین و پسین از یکدیگر قابل تشخیص نیستند (Sandholm et al. 1995).

غده‌های (کوارترها^۲) پسین و پیشین، شبکه مجاری جداگانه‌ای دارند ولی غشایی آن‌ها را از هم جدا نمی‌نمایند (قربانی و خسروی نیا، ۱۳۸۲). در ضمن کوارترهای پسین به طور معمول بزرگ‌تر از کوارترهای پیشین هستند و به طور معمول گاوهایی که کوارترهای بزرگ‌تری دارند نیازمند زمان بیشتری برای شیردوشی با ماشین هستند (Weiss et al, 2005).

یک ساختار حمایتی قوی برای حفظ اتصال مناسب پستان به بدن لازم است. غده پستان گاو توسط دو گروه از لیگامنت‌ها حمایت می‌شود. لیگامنت‌های نگهدارنده میانی مهم‌ترین قسمت سیستم نگهدارنده پستان در گاو است. لیگامنت‌های نگهدارنده میانی غده پستان را به دو نیمه مجزا تقسیم می‌کند و مهم‌ترین پشتیبانی از پستان را ایجاد می‌کند. لیگامنت‌های نگهدارنده میانی، ترکیبی از بافت‌های الاستیک و بافت‌های فیبری ارتباطی است که به قسمت میانی دیواره بطنی متصل شده است و بین دو نیمه پستان توسعه یافته است. بافت الاستیکی لیگامنت‌های نگهدارنده میانی کشسانی مورد نیاز پستان برای فاصله گرفتن از بدن در زمانی که پر از شیر است را تأمین می‌کند (Blowey and Edmondson, 2010).

لیگامنت‌های نگهدارنده جانبی حاوی کولاژن بیشتری در مقایسه با الاستین است و بنابراین برای پستان خاصیتی حمایت کننده دارند اما کشسان نیستند. لیگامنت‌های نگهدارنده جانبی از تاندون‌های بالای و پشتی به پستان متصل شده‌اند و در هر دو طرف پستان امتداد یافته‌اند (Schmidt, 1971).

۲-۱-۲ سیستم ترش‌حی پستان

آلوئل‌ها^۳، واحدهای ترش‌حی شیر هستند و به وسیله مجموعه‌ای از سلول‌های عضلانی-پوششی احاطه شده است (ضمیری، ۱۳۸۵) کار این سلول‌ها گرفتن مواد از خون، سنتز اجزای شیر و انتقال ترکیب‌های شیر به حفره ی میانی آلوئل است. ساختمان کانال‌های پایانی و آلوئل‌ها بسته به گامه آبستنی و شیردهی متفاوت است (ضمیری، ۱۳۸۴). هنگام شیردهی که پستان به طور کامل گسترش یافته است،

¹Udder

²Quarters

³Alveoli

چندین آلوتل یک لوبول^۱ را تشکیل داده و چندین لوبول به هم پیوسته و یک لوب^۲ را به وجود می‌آورند. لوبول‌ها با چشم نامسلح هم دیده می‌شوند. لوب‌ها و لوبول‌ها با بافت پیوندی احاطه شده‌اند. شبکه‌ای مویرگی پیرامون هر آلوتل را می‌پوشاند که مواد غذایی را به سلول‌ها رسانده و مواد زاید را از آن‌ها جمع آوری می‌کند (Barnes, 2005).

شبکه‌ای از سلول‌های ماهیچه‌ای ویژه‌ای به نام مایوپیتلیال^۳ نیز آلوتل‌ها را در بر می‌گیرد. انقباض این سلول‌ها، تحت تأثیر هورمون اکسی توسین سبب می‌شود که شیر از حفره آلوتل به کانال‌های شیری، محفظه پستان و سرانجام به محفظه‌ی پستانک منتقل شود؛ فرآیندی که به آن Milk-let down گفته می‌شود (Ruegg, 2001; McManaman et al., 2003).

بافت پیوندی پستان، محافظت بافت‌های ترشچی و کانال‌های شیری^۴ را بر عهده دارد. اما وجود مقدار زیادی از بافت پیوندی، موجب به وجود آمدن پستان سخت یا گوشتی می‌شود که تولید شیر آن با اندازه آن تناسبی ندارد. پستان باید بیش‌ترین مقدار بافت ترشچی و کانال‌های شیری و کم‌ترین مقدار بافت پیوندی را داشته باشد (ضمیری، ۱۳۸۵).

۲-۱-۳ توسعه غده پستان

اولین مرحله نمو غده پستانی شکل‌گیری یک لایه از سلول‌های اکتودرمی در قسمت پسین ناف می‌باشد. این لایه منفرد از سلول‌ها در ناحیه مغابنی، به موازات خط وسط به دو خط پستانی تبدیل می‌شود. این مرحله در حدود ۳۰ روز پس از گیرایی اتفاق می‌افتد (Schmidt, 1971).

هر کدام از جوانه‌ها به صورت یک توده سلولی توپر در می‌آید که جوانه اولیه نامیده می‌شود و به سلول‌های زیرین نفوذ کرده و مخزن سرپستانک و غده را به وجود می‌آورد. رشد سریع سلول‌ها در محل جوانه اولیه سبب ایجاد برآمدگی و تشکیل سرپستانک می‌شود (قربانی و خسروی نیا، ۱۳۸۲).

در گوساله طی ۲ تا ۳ ماه اول پس از زایش رشد سرعت رشد بافت پستان با سرعت رشد بدن برابر است (رشد ایزومتریک). سیستم مجاری پستان کمی توسعه می‌یابد. در این دوره بیش‌تر رشد پستان مربوط به افزایش توده چربی و بافت پیوندی در پستان است و رشد و نمو قابل توجه‌ای در بافت‌های ترشچی در طی این دوره اتفاق نمی‌افتد. بعد از سه ماهگی سرعت رشد غده پستان در حدود ۳/۵ برابر سرعت رشد بدن است (رشد آلومتریک). قسمت عمده رشد پستان در طی آبستنی اتفاق می‌افتد و توسط هورمون‌ها کنترل می‌شود. رشد پستان در آغاز آبستنی آرام است اما با پیشرفت آبستنی، سرعت

¹Lobule

²Lobe

³Myoepithelial

⁴Mammary ducts

رشد پستان افزایش می‌یابد و سلول‌های آدیپوز با مجاری، آلئول‌ها، رگ‌های خونی و بافت پیوندی جایگزین می‌شوند (Schmidt, 1971).

پس از زایش تغییرات در تعداد سلول‌های پستانی طی دوره شیردهی ممکن است عامل تغییرات در میزان تولید شیر است. در حقیقت کاهش تولید شیر پس از اوج تولید شیر به نظر می‌رسد که به دلیل کاهش تدریجی در تعداد سلول‌های ترشحی باشد. در ضمن تغییرات ایجاد شده در فعالیت سلولی در نتیجه دفعات دوشش نیز می‌تواند در میزان شیر تولیدی موثر باشد (Boutinad et al., 2004).

۲-۱-۴ کنترل هورمونی رشد غدد پستانی

هورمون‌های گوناگونی مانند پرولاکتین، سوماتوتروپین، استرون‌ها، پروژسترون، لاکتوژن جفت، گلوکوکورتیکوئیدها و شاید هم انسولین برای رشد بهینه غده‌های پستانی لازم هستند (ضمیری، ۱۳۸۴). در کل استروژن و هورمون رشد مسئول نمو شبکه مجاری هستند. نمو بافت ترشحی و رشد آلئول-لوبول‌ها به ترکیبی از پروژسترون، پرولاکتین، هورمون رشد و استروژن نیاز دارد (قربانی و خسروی نیا، ۱۳۸۲). تخمدان^۱، استروژن و پروژسترون را ترشح می‌کند و هیپوفیز پسین^۲، هورمون رشد و پرولاکتین را ترشح می‌کند (Squires, 2003).

جفت^۳ نیز برخی از این هورمون‌ها و یا هورمون‌هایی با خصوصیات مشابه آن‌ها را ترشح می‌نماید، لذا ممکن است نقش مهمی را در رشد طبیعی غدد پستانی ایفا کند (Knight and Peaker, 1982)

۲-۱-۵ گامه‌های شیردهی

۲-۱-۵-۱ آغاز دوره شیردهی (لاکتوژن^۴) و کنترل هورمونی آن

تولید شیر به وسیله هورمون‌های شیرساز پرولاکتین و هورمون رشد در طول شیرسازی و ترشح شیر کنترل می‌شود. هم پرولاکتین و هم هورمون رشد برای انتقال یافتن از یک مرحله‌ی تکثیری به یک غده پستان در حال شیردهی ضروری هستند. البته هورمون رشد بر پرولاکتین در طول ترشح شیر در نشخوارکنندگان ارجحیت دارد (Flint et al., 1997). پرولاکتین هم به طور مستقیم از طریق اپیتلیال پستانی عمل می‌کند و هم از طریق چندین عامل رونویسی اثر می‌گذارد. یکی از فاکتورهای علامت‌گذاری کلیدی که به وسیله پرولاکتین فعالیت می‌کند استت^۵ است (Lamote et al., 2000).

¹Ovary

²Posterior Pituitary

³Placenta

⁴Lactogenesis

⁵Stat-5

هورمون‌های لاکتوتروپیک هیپوفیز (پرولاکتین و هورمون رشد) و جفت (لاکتوژن جفت) در کنترل آغاز تولید شیر دخالت دارند. این سه هورمون ساختمان شیمیایی همانندی دارند ولی هر یک از آن‌ها در گونه‌های مختلف، نقش بیولوژیکی جداگانه‌ای دارند که هنوز به روشنی مشخص نشده است. یافته‌های زیادی، بر نقش لاکتوژن جفت در رشد پستان‌ها گواهی می‌دهند (Knight and Peaker, 1982). هورمون‌های متابولیکی مانند کورتیکواستروئیدها، انسولین، گلوکاگون و تیروکسین نیز بر غده‌های پستانی اثر می‌گذارند؛ البته همین هورمون‌ها اثری نامستقیم نیز بر سنتز شیر در پستان دارند. پرولاکتین در گاو و بز نقش تعیین کننده‌ای در آغاز لاکتوژنیز دارد. وجود هورمون رشد برای تداوم شیردهی نشخوارکنندگان مهم تر از پرولاکتین است (ضمیری، ۱۳۸۴). اندکی پیش از زایش، ترشح پروژسترون کاهش یافته و غلظت استروژن، ACTH و همچنین گلوکوکورتیکوئیدها و پرولاکتین افزایش می‌یابد. تزریق استروژن و گلوکوکورتیکوئیدها موجب آغاز شیردهی در گاوهای شیردهی می‌شود. اگر چه در گاو آزمایش کمی انجام شده است. اما تزریق پرولاکتین در برخی از گونه‌ها موجب آغاز شیردهی می‌شود (ضمیری، ۱۳۸۵).

ارتباط مثبتی بین غلظت‌های پلاسمایی هورمون و شیر تولیدی در گاوهای شیری گزارش شده است (Sorensen and Knight., 2002). افزون بر این، هورمون رشد تزریقی، تولید شیر در کل دوره شیردهی را در گاو حدود ۶ تا ۳۰ درصد افزایش می‌دهد و متعاقب آن تداوم شیردهی نیز بهبود می‌یابد. این موضوع که هورمون رشد در غده پستان، به طور مستقیم یا به طور غیر مستقیم و از طریق IGF-1 تولید شده موضعی یا فاکتور رشد شبه انسولین شماره ۱ (IGF-1) تولید شده در کبد عمل می‌کند، هنوز به خوبی مشخص نشده است (Flint et al., 1997). اسید ریونوکلیئیک پیامبر گیرنده هورمون رشد، در همه مراحل شیردهی ظاهر می‌شود و اگر چه هورمون رشد متصل به بافت پستانی نشخوار کننده، هنوز در آزمایشگاه تعیین نشده است، ولی از اثر مستقیم هورمون رشد در غده پستانی نمی‌توان صرف نظر کرد (Nigel et al., 2004). سنتز IGF-I نیز در غده پستانی بسیاری از گونه‌ها، ثابت شده است، در حالی که حضور IGF-II کمتر متداول است. در جوندگان، پیشنهاد شده است که تداوم شیردهی، در نتیجه ارتباط متقابل بین هورمون رشد، IGF-I و پرولاکتین است و پرولاکتین، نقش مهمی در کنترل ماده بازدارنده پروتئین متصل شونده پنجم فاکتور رشد شبه انسولین (IGFBP-5) دارد (Bar-peled et al., 1998). این ارتباط متقابل، در نشخوارکنندگان نیز پیشنهاد شده است. در واقع افزایش دفعات شیردوشی، باعث افزایش تعداد گیرنده‌های پرولاکتین در سلول‌های اپتالی پستان می‌شود. افزایش تولید شیر به موجب استفاده از ترکیب هورمون رشد و افزایش دفعات شیردوشی، در بزها گزارش شد (Knight, 2001) و کمی پس از آن در گاوها نیز مشاهده شد (Speicher et al., 1994).

۲-۱-۵-۲ تداوم شیردهی (Persistency) و کنترل هورمونی آن

تولید شیر پس از زایش، به سرعت افزایش یافته و پس از ۲ تا ۶ هفته به بیشترین میزان رسیده و سپس به تدریج کاهش می‌یابد (ضمیری، ۱۳۸۵). تداوم شیردهی، به توانایی یگ گاو برای حفظ تولید شیر پس از رسیدن به اوج تولید شیر گفته می‌شود (Baffour-Awuah et al., 1996; Takma and Akbas, 2007).

تداوم شیردهی، حداقل تا حدودی توسط گروهی از هورمون‌ها، که به عنوان ترکیب هورمونی گالاتوپویتیک نامیده می‌شوند، کنترل می‌شود. این ترکیب هورمونی شامل پرولاکتین، هورمون رشد، هورمون‌های تیروئیدی و گلوکوکورتیکوئیدها هستند (Akers, 2005).

به طور کلی پرولاکتین، هورمون رشد، تیروکسین، انسولین، گلوکاگون و اکسی‌توسین به عنوان هورمون‌های لازم برای ادامه یافتن شیردهی شناخته شده‌اند (ضمیری، ۱۳۸۴). پرولاکتین که در زمان شیرخواری یا شیردوشی تراوش می‌شود برای تداوم شیردهی بیشتر گونه‌های جانوری مورد نیاز است. در بیش‌تر گونه‌ها به جز گاو و بز مهار تراوش پرولاکتین موجب کاهش شدیدی در تولید شیر می‌شود (Akers, 2002). محرک‌های بساوی و فرآیندهای آماده سازی دام‌ها برای شیردوشی موجب افزایش تراوش اکسی‌توسین از هیپوفیز پسین در بیش‌تر جانوران می‌شود. اکسی‌توسین نیز در گالاتوپویسیز دخالت دارد (Squires, 2003).

استفانون^۱ و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که عواملی نیز مانند تغذیه، تنش اکسیداتیو ناشی از خوراک و هورمون‌های تولید مثلی از قبیل استرادیول و پروژسترون و دفعات شیردوشی، بر تداوم شیردهی از طریق تنظیم مرگ سلولی، اثر دارند. تداوم شیردهی، هم‌چنین به چندین عامل دیگر نیز بستگی دارد. زایش بر تداوم شیردهی اثر می‌گذارد، به شکلی که تداوم شیردهی در گاوهای زایش اول در مقایسه با گاوهای مسن‌تر بیشتر است. این مطلب بوسیله استرمن و برتیلسون^۲ در سال ۲۰۰۳ تأیید شد. آن‌ها مشاهده کردند، سه بار شیردوشی در روز، منجر به منحنی تداوم شیردهی بیش‌تر در گاوهای زایش اول در مقایسه با گاوهای چند زایش‌زا می‌شود. آبستنی یکی از عواملی است که می‌تواند تداوم شیردهی را کاهش دهد. افزون بر این، تغییرات هورمونی در نتیجه آبستنی، و پیشرفت شیردهی، بر پویایی سلول اثر می‌گذارد. در اواخر دوره شیردهی، تعداد سلول‌های ترشحی شیر، در حمایت از دوره شیردهی پی‌آیند افزایش می‌یابد، در حالی که با کاهش تولید شیر، در دوره شیردهی کنونی، هم‌زمان است (Wilde et al., 1995; Capuco et al., 1997).

^۱Stefanon

^۲Osterman and Bertilsson

۲-۱-۵-۳ برگشت به حالت اولیه (کوچک شدن یا رجعت پستان)

اصطلاحی است که برای پس رفت تدریجی غده پستان پس از پایان وظیفه‌اش در یک دوره شیردهی طبیعی بیان می‌شود. روند اتفاقات در این مرحله مهم است، زیرا بر روی دوره شیردهی پی‌آیند تأثیر دارد. درست مطابق دیگر مراحل دوره شیردهی، این مرحله نیز تحت کنترل اندوکراین می‌باشد (Wilde et al., 1987; Talhouk et al., 1992; Eriksson 1994).

در آزمایش‌های درون آزمایشگاهی، نشان داده شده است که کاهش سلول‌های اپیتلیالی از طریق مرگ سلولی با کاهش سطوح پرولاکتین، هورمون رشد و IGF-I ارتباط دارد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که هورمون رشد، IGF-I را به طور طبیعی تحریک می‌کند و پرولاکتین با جلوگیری از اثر IGF-BP-5 که باز دارنده اثر IGF-I است، باعث بهبود نقش IGF-I می‌شود. مطابق با جواندگان، کاهش سطوح پرولاکتین می‌تواند به عنوان یک پیام اصلی برای کنترل مرگ سلولی در زمان برگشت به حالت اولیه، مورد توجه قرار بگیرد (Accorsi et al., 2002). پس از کاهش سطح هورمون، فاکتور دیگری به نام بازدارنده فیدبکی شیردهی (FIL)^۱ در کاهش سنتز شیر در هنگام توقف شیردوشی و برگشت به حالت اولیه دخالت دارد (آقازارتی فراهانی، ۱۳۸۸).

۲-۲ عوامل تعیین کننده تولید شیر در طول دوره شیردهی

۲-۲-۱ اندازه غده پستانی

سال‌های زیادی است که مشخص شده است که ارتباط مثبتی بین اندازه غده پستان و تولید شیر وجود دارد (Sjaastad et al., 2003). اخیراً در یک پژوهش نشان داده است که گاوهای با شایستگی ژنتیکی بالا، که بافت پستان آن‌ها ۱/۳ برابر بیش‌تر بود، در مقایسه با گاوهای با شایستگی ژنتیکی پایین، ۱/۴ برابر شیر بیش‌تری را تولید کردند (Sorensen et al., 1998). به نظر می‌رسد که تعداد سلول‌های پستانی، شاخص تعیین کننده مناسب تری برای تولید شیر باشد. در واقع، نشان داده شده است که در موش ماده تولید شیر، همبستگی بیش‌تری با تعداد سلول‌های پستانی دارد تا اندازه غده پستان (Talhouk et al., 1992).

توانایی غده پستانی برای تولید شیر، به وسیله تعیین تعداد سلول‌های ترشحی و میزان فعالیت آن‌ها مشخص می‌شود. تغییرات در تعداد سلول‌های پستانی به ویژه در طول دوره شیردهی، ممکن است عامل تغییرات در تولید شیر باشد (Boutinad et al., 2004b).

^۱Feedback inhibitor of lactation