نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۰۸، پاییز ۱۳۹٤
ص‌ص: ۱۵۷~۱٦۸

اثر وانادیوم (وانادیل سولفات) بر تولید شیر، دینامیک تخمدان و برخی از فراسنجه‌های خونی گاوهای هلشتاین در اواخر دوره زایش و اوایل دوره شیردهی

- **سید رسول حیدری**
  دانشجوی دکتری تغذیه نشخوارکنندگان.
- **ابوالفضل زالی** (نویسنده مسئول)
  دانشیار دانشگاه تهران.
- **مهدی گنج خانلو**
  دانشیار دانشگاه تهران.
- **غلامرضا قربانی**
  استاد دانشگاه صنعتی اصفهان.
- **مهدی دهقان بنادکی**
  دانشیار دانشگاه تهران.

تاریخ دریافت : مهر۱۳۹۳ تاریخ پذیرش : مرداد۱۳۹۳

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۶۳۴۲۵۱
Email: azali@ut.ac.ir

چکیده

هدف از این آزمایش، بررسی اثر افزودن وانادیوم (وانادیل سولفات) بر تولید شیر، پاسخ‌های عملکردی، دینامیک رشد فولیکول-های تخمدان و برخی فراسنجه‌های متابولیکی در اواخر آبستنی و اوایل شیردهی گاوهای هلشتاین بود. ۳۲ راس گاو هلشتاین زایش دوم و سوم با توجه به زایش پیش‌بینی شده به طور تصادفی به یکی از چهار تیمار اختصاص یافتند. تیمارها شامل سطوح ۰، ۰/۰٤، ۰/۰۸ و ۰/۱۲ میلی‌گرم وانادیوم به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی بدن بودند. گاوها جهت بررسی رشد فولیکول‌های تخمدان در روزهای ۲۸ تا ۳۰ پس از زایش با روش Targeted Breeding همزمان شدند. اولتراسونوگرافی وانادیوم سبب افزایش معنی‌دار تولید شیرخام شد (P = ۰/۰۵). وانادیوم نتوانست ماده خشک مصرفی، وزن بدن، قابلیت هضم مواد مغذی در کل دستگاه گوارش و نمره امتیاز بدنی را قبل و پس از زایش تحت تاثیر قرار دهد. پروژسترون سرم با افزایش سطح وانادیوم کاهش یافت(P = ۰/۰۰۱). غلظت‌های انسولین و گلوکز سرم در گاوهای دریافت کننده سطوح ۰/۰٤ و ۰/۰۸ میلی‌گرم وانادیوم در مقایسه با گروه شاهد و گاوهای دریافت کننده ۰/۱۲ بیشتر بود (P = ۰/۰۱). تعداد فولیکول‌های کوچک و بزرگ در گاوهای دریافت کننده سطوح ۰/۰٤ و ۰/۰۸ میلی‌گرم وانادیوم در مقایسه با گروه شاهد و گاوهای دریافت کننده ۰/۱۲ میلی‌گرم وانادیوم بیشتر بود (به ترتیب P = ۰/۰۲ و P=۰/۰۵). تعداد کل فولیکول‌ها در گاوهای دریافت کننده ۰/۰٤ میلی‌گرم وانادیوم در مقایسه با سایر گروه‌ها بالاتر بود (P = ۰/۰۳). به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که وانادیوم می‌تواند سبب بهبود تولید، فراسنجه‌های خونی و دینامیک تخمدان‌ها در گاوهای شیری شود.

واژه‌های کلیدی: گاوهای شیری هلشتاین، وانادیوم، تولید شیر، دینامیک تخمدان.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 108 pp: 157-168

Effect of vanadium as vanadyl sulfate on milk yield, follicular dynamic, and some blood metabolites of Holstein dairy cows during late gestation throughout early lactation

Seyed Rasol Heidari, [1] Abolfazl Zali,[1]* Mehdi Ganjkhanlou,[1] Gholamreza Ghorbani,[2] Mehdi Dehghan-banadaky[1]

[1] Ph.D student of ruminant nutrition, Associate professor at University of Tehran, Assistant Professor at University of Tehran, [2]Professor at technical University of Isfahan, [1]Associate professor at University of Tehran

[1]* Corresponding author: Abolfazl Zali, Associate professor at University of Tehran, Tell: +989123634251 Email: azali@ut.ac.ir.

Received: September 2014 **Accepted: August 2015**

The objective of this study was to investigate the effect of supplemental vanadium (V) as vanadyl sulfate on milk yield, performance responses, nutrients total tract digestibility, follicular dynamics and some blood metabolites in late gestation and early lactation of dairy cows. Thirty-two multiparous Holstein dairy cows according to the expected calving date were randomly assigned to one of the four groups. Treatments were supplementation of 0, 0.04, 0.08, and 0.12 mg of V as vanadyl sulfate/kg of $BW^{0.75}$. Cows ovarian were synchronized on d 28-30 with Targeted Breeding. Vanadium supplement increased milk yield (P = 0.05). Vanadium supplementation could not affect dry matter intake, body weight, nutrients total tract digestibilities and BCS both before and after calving. Serum progesterone concentration decreased by increasing V supplementation (P = 0.001). Serum insulin and glucose concentrations for cows receiving 0.04, 0.08 mg of V as vanadyl sulfate/kg of $BW^{0.75}$ were higher than those receiving 0.12 mg of V as vanadyl sulfate/kg of $BW^{0.75}$ and control group (P = 0.01). The number of small and large follicles for cows receiving 0.04, 0.08 mg of V as vanadyl sulfate/kg of $BW^{0.75}$ were higher than those receiving 0.12 mg of V as vanadyl sulfate/kg of $BW^{0.75}$ and control group (P = 0.02 and P = 0.05 respectively). The numbers of total follicles were higher for cows receiving 0.04 mg of V as vanadyl sulfate/kg of $BW^{0.75}$ than the others (P = 0.03). Overall, we concluded that vanadium could improve production, blood metabolites, and developmental dynamics of follicles in dairy cows.

Key words: Dairy Holstein cow, vanadium, milk performance, follicle dynamic

مقدمه

تغذیه نقش بسیار مهمی در عملکرد تولید مثلی گاوهای شیری دارد (سانتوز و همکاران، ۲۰۰۸). انرژی به عنوان مهمترین عامل در تغذیه محسوب می شود که عدم تامین کافی آن در گاوهای شیری، آثار مخربی بر فعالیت تولید مثلی آن‌ها دارد (وایت فورد و شلدون، ۲۰۰۵). گاوهای شیرده در شرایط توازن منفی انرژی دارای دوره بدون تخمک‌ریزی طولانی‌تری هستند (هامون و همکاران، ۲۰۰۶). عدم بروز فحلی پس از زایش و ناباروری با از دست دادن نمره امتیاز بدنی در اوایل شیردهی همراه است (جوردن و فوردرین، ۱۹۹۳). شروع چرخه تخمک‌ریزی ارتباط مستقیمی با توازن انرژی دارد و با سازوکارهایی همچون علائم متابولیکی و هورمون های تنظیم کننده (انسولین و فاکتور شبه انسولینی یا IGF) مرتبط می باشد که همه این عوامل ارتباط مستقیمی با وضعیت تغذیه دارند (نبل و مک گیلارد، ۱۹۹۳). تغذیه مناسب سبب ترشح گنادوتروپین، انسولین و IGF و در نتیجه بلوغ فولیکولی و تخمک‌ریزی خواهد شد (اتلر، ۲۰۰۳؛ بونزک و همکاران، ۱۹۸۸). تغذیه جیره‌هایی که سبب تسریع افزایش گلوکز و انسولین سرم شود می تواند وضعیت هورمونی و متابولیکی گاوها در اوایل شیردهی را بهبود بخشد. با این وجود، تغذیه مقادیر زیاد نشاسته که سبب افزایش غلظت گلوکز سرم می‌شود، می‌تواند مصرف خوراک در اوایل شیردهی را سرکوب یا به عبارتی کاهش دهد و در نهایت غلظت پروژسترون خون را تحت تاثیر قرار دهد (وازکنسلوز و همکاران، ۲۰۰۳؛ ویلا-گودی و همکاران،

۱۹۸۸) که همه این عوامل می تواند بر رشد و توسعه فولیکولی اثرگذار باشد. نشان داده شده است که گاوهای پرتولید، پروفیل اندوکرینی متفاوتی در مقایسه با گاوهای کم تولید دارند به طوری که غلظت هورمون رشد و پرولاکتین بیشتر و انسولین سرمی کمتری در مقایسه با گاوهای کم تولید دارند (بونزک و همکاران، ۱۹۸۸). از طرفی گاوهای دوره انتقالی دارای تغییرات هومورتیکی (بلند مدت) شدیدی می شوند به طوری‌که بافت‌های چربی (آدیپوز) و سلول‌های عضلات خصوصا عضلات بافت‌های عقبی مقاوم به انسولین می گردند (بل، ۱۹۹۵).

تا به امروز راه‌کارهای تغذیه مختلفی توسط محققین جهت بهبود عملکرد تولید مثلی و تولیدی در گاوهای شیری پرتولید به‌کار رفته است. یکی از این راه‌کارها استفاده از عنصر کم نیاز کروم است (صدری و همکاران، ۲۰۰۹؛ اسمیت و همکاران، ۲۰۰۵؛ هیریلی و همکاران، ۲۰۰۱). کروم در گاوهای دوره انتقالی سبب بهبود وضعیت گلوکز از طریق تسهیل اتصال سلولی و عمل انسولین گردیده است (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۸). یکی دیگر از این عناصر در رابطه با بهبود وضعیت انرژی یا به عبارت دیگر تسهیل اتصال انسولین به گیرنده خود، وانادیوم است. اسناد اولیه در مورد اثرات شبه انسولینی وانادیوم برای اولین بار توسط لیونت و همکاران (۱۸۹۹) انتشار یافت. وانادیوم در رت‌های دیابتی (نوع ۲) سبب بهبود مصرف گلوکز توسط بافت‌های چربی و عضلات شده است (شفیر و همکاران، ۲۰۰۱). در مورد نشخوارکنندگان تا سال ۱۹۸۰، هیچ‌گونه ضرورت تغذیه‌ای برای وانادیوم وجود نداشت تا این‌که تیم تحقیقاتی در کشور آلمان گزارش دادند که کمبود وانادیوم در بزهای شیری و آبستن با استفاده از جیره‌های نیمه سنتتیک باعث کاهش عملکرد تولید مثلی همراه با نرخ سقط بالا و مرگ و میر بزها و بزغاله‌های آن‌ها می شود (هائلین و همکاران، ۲۰۱۱). در این مطالعه سطوح کافی وانادیوم، ۲ میلی گرم روزانه گزارش شد. تاکنون بیشتر مطالعات اثر وانادیوم را بر انسان و رت های دیابتی مورد تحقیق قرار داده‌اند و هیچ‌گونه گزارشی مبنی بر مطالعه روی گاو انجام نگرفته است.

بنابراین هدف از انجام این آزمایش، بررسی اثر وانادیوم در شکل وانادیوم سولفات بر دینامیک تخمدان، متابولیت و هورمون‌های خونی در گاوهای هلشتاین می باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، در مزرعه تحقیقی پژوهشی گروه علوم دامی دانشگاه تهران واقع در کرج انجام شد. در این آزمایش، ۳۲ راس گاو هلشتاین چند بار زایش (زایش دو و سه)، ۲۸ روز مانده به زایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی وارد آزمایش شدند و به ۴ گروه تیماری اختصاص یافتند و تا ۵۵ روز پس از زایش به طور مجزا در استال‌ها نگهداری شدند.

تیمارها شامل: ۱- گروه شاهد یا کنترل (C)، ۲- گروه دریافت کننده ۰/۰۴ میلی‌گرم وانادیوم در شکل وانادیل سولفات به‌ازای هر کیلوگرم وزن متابولیک (L)، ۳- گروه دریافت کننده ۰/۰۸ میلی گرم وانادیوم در شکل وانادیل سولفات به‌ازای هر کیلوگرم وزن متابولیک (M) و ۴- گروه دریافت کننده ۰/۱۲ میلی گرم وانادیوم در شکل وانادیل سولفات به‌ازای هر کیلوگرم وزن متابولیک (H) بودند.

گاوها در ۲۲ روز مانده به زایش پیش بینی شده وزن شدند و به طور تصادفی به یکی از ۴ گروه تیماری اختصاص یافتند. بعد از زایش نیز گاوها دوباره وزن (جهت محاسبه میزان وانادیوم مصرفی) و در جایگاه‌های انفرادی و تیمارهای مربوطه منتقل شدند. جیره‌ها به شکل کاملا مخلوط شده (جیره پایه) و به صورت آزاد در اختیار دام ها قرار گرفتند. در کل ۲ جیره، قبل و بعد از زایش به عنوان جیره پایه تغذیه شدند که بر اساس احتیاجات گاوهای شیری (NRC, 2001) متوازن گشتند (جدول ۱). خوراک‌ها قبل از زایش روزانه یک‌بار و در ساعت ۷ صبح و پس از زایش دوبار در ساعت های ۶ صبح و ۱۸ در اختیار گاوها قرار گرفتند. میزان خوراک ریخته شده و پس مانده روزانه جهت محاسبه ماده خشک مصرفی در قبل و بعد از زایش ثبت شد. نمونه برداری از خوراک‌ها جهت تعیین ماده خشک مصرفی و تعیین مواد مغذی خوراک‌ها به‌طور هفتگی انجام گرفت.

وانادیوم (وانادیل سولفات) به صورت کاملا مخلوط با ۲۰۰ گرم سبوس گندم نرم به صورت سرک و یک وعده روی خوراک

صبح گاوها پاشیده شد و به گروه شاهد، همان ۲۰۰ گرم سبوس بدون وانادیوم داده شد. نمونه‌های مدفوع در قبل از زایش و بعد از زایش، ۷ روز متوالی و در ساعت‌های مختلف از رکتوم گاوها گرفته شدند و در آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت جهت اندازه گیری ماده آلی (AOAC, 1999)، ماده خشک (AOAC, 1999)، پروتئین خام (AOAC, 1999)، فیبر نامحلول در شوینده خنثی یا NDF و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی یا ADF (ون سوست، ۱۹۹۱) استفاده شدند.

همچنین در مورد نمونه‌های خوراک نیز از همین روش‌ها استفاده شد و در نهایت طبق روش ونکولن و یانگ (۱۹۷۷) با استفاده از خاکستر نامحلول در اسید به عنوان مارکر داخلی قابلیت هضم مواد مغذی محاسبه شد.

نمره امتیاز بدنی هفتگی توسط سه نفر کارشناس طبق روش ادمونسون و همکاران (۱۹۸۹) انجام گرفت و همچنین توزین گاوها نیز به صورت هفتگی بعد از دوشش وعده صبح انجام گرفت. گاوها روزانه ۳ وعده در ساعت های ۶ صبح، ۱۴ عصر و ۲۲ شب، شیر دوشی شدند و رکوردها روزانه ثبت شدند.

در ۳۰-۲۸ روز پس از زایش، گاوها توسط دامپزشک و تکنسین مامایی جهت هم‌زمانی چرخه فحلی کنترل و اولین تزریق پروستاگاندین و ۱۴ روز بعد از آن دومین تزریق پروستاگلاندین انجام شد. ۳-۲ روز پس از آن، ۵ مرتبه به فاصله یک روز در میان (۱۰روز) صبح‌ها ساعت ۱۱ توسط دستگاه اولتراسونوگرافی (پرتابل مدلEmp V9- و فرکانس ۵ مگاهرتز)، سونوگرافی شدند و فیلم‌های تخمدان‌های هر گاو جهت شمارش فولیکول‌ها و اندازه‌گیری قطر آن‌ها ثبت و ضبط شد.

به این شرح که کل فیلم‌ها توسط یک نفر مورد ارزیابی قرار گرفت و قطر و اندازه فولیکول‌ها در ۴ کلاس ثبت شد:

۱- فولیکول‌های کوچک به اندازه قطر ۶-۴ میلی متر، ۲- فولیکول‌های متوسط به اندازه قطر ۹-۷ میلی متر، ۳- فولیکول های بزرگ با اندازه قطر ۱۰ میلی متر و بیشتر، ۴- تعداد کل فولیکول‌ها (پیرسون و گینتر، ۱۹۸۷).

به علاوه بعد از هر دفعه سونوگرافی، نمونه‌های خون توسط ونوژکت (۵ mL) تحت خلا از سیاهرگ دمی هر گاو گرفته شد و در فلاسک یخ سریعا به آزمایشگاه منتقل شد و توسط دستگاه سانتریفوژ (۳۰۰۰ دور و ۱۵ دقیقه) سرم جداسازی و در میکروتیوپ‌ها در ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره شدند. نمونه‌های سرم جهت اندازه‌گیری گلوکز (پارس آزمون، ایران)، هورمون انسولین (رندوکس، انگلیس)، هورمون پروژسترون (دیاپلاس، ایالات متحده آمریکا) با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (Liasys Random Access، ایتالیا) یخ گشایی شدند.

آنالیزهای آماری

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS (1999) و رویه MIXED با استفاده از روش داده‌های تکرار شونده در زمان مورد آزمون قرار گرفت. مدل آماری به شرح زیر است:

$$Y_{ijklf} = \mu + T_i + B_j + P_k + A_l + e_{ijklf}$$

به طوری که:

Y_{ijklf}: مشاهدات، μ: میانگین، T_i: اثر تیمارهای آزمایشی (i = ۱، ...، ۴) ، B_j: اثر بلوک (زمان ورود گاو به طرح با توجه زمان زایش؛ j= ۱،...، ۹)، P_k: اثر دوره یا زمان نمونه گیری، A_l: اثر تصادفی حیوان بود.

نتایج به صورت میانگین حداقل مربعات و مقایسه میانگین توسط دستور PDIFF و به صورت حداقل مربعات انجام شد. سطح آماری معنی‌دار ($P <$ ۰/۰۵) و تمایل به معنی‌داری (۰/۱۰ $> P >$ ۰/۰۵) در نظر گرفته شد.

جدول۱- جیره پایه و اجزای مواد مغذی (بر اساس ماده خشک) در گاوهای قبل و پس از زایش

اجزا	جیره	
	قبل از زایش	پس از زایش
اجزای خوراک، ٪		
یونجه خشک	۳۰/۸	۲۵/۰
علوفه ذرت سیلو شده	۲۷/۰	۱۹/۱
تفاله خشک چغندر قند	–	۳/۵
سبوس گندم	۴/۸	–
دانه جو آسیاب شده	۱۲/۳	۱۶/۴
دانه ذرت آسیاب شده	۱۰/۳	۸/۲
پنبه دانه	–	۳/۵
گلوتن ذرت	–	۱/۶
پودر گوشت	–	۰/۶
کنجاله آفتابگردان	۵/۷	۴/۴
کنجاله سویا	۴/۲	۱۱/۵
پودر چربی گیاهی	–	۱/۷
گلایکولان	۱/۳	۱/۲
کربنات کلسیم	۱/۰	۰/۱
جوش شیرین	–	۰/۷
اکسید منیزیم	–	۰/۲
دی کلسیم فسفات	۰/۲	۰/۶
نمک	–	/۲
بنتونیت	–	۱/۰
مکمل معدنی ویتامینه شیری[۱]	–	۰/۶
مکمل معدنی ویتامینه انتظار زایش[۲]	۲/۴	–
اجزای شیمیایی جیره‌ها		
انرژی خالص شیردهی (مگاکالری بر کیلوگرم)[۳]	۱/۴۸	۱/۶۷
ماده خشک، ٪	۵۲/۵	۵۷/۱
ماده آلی، ٪	۸۹/۵	۹۱/۲
پروتئین خام، ٪ ماده خشک	۱۴/۳	۱۶/۷
فیبر نامحلول در شوینده خنثی، ٪	۳۹/۳	۳۳/۵
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی، ٪	۲۵/۰	۲۱/۸
کربوهیدرات غیر فیبری[۴]، ٪	۳۳/۷	۳۵/۹
چربی خام، ٪	۲/۸	۴/۹
کلسیم[۳]، ٪	۱/۳	۰/۹۱
فسفر[۳]، ٪	۰/۴	۰/۴۵

۱ حاوی (بر اساس ماده خشک): ۲۴٪ کلسیم، ۷٪ فسفر، ۳٪ منیزیم، ۴/۶٪ سدیم، ۰/۵٪ گوگرد، ۲۰۰۰میلی گرم/کیلوگرم آهن، ۷۰۰۰ میلی گرم/کیلوگرم منگنز، ۷۸۰۰ میلی گرم/کیلوگرم روی، ۲۰ میلی گرم/کیلوگرم کبالت، ۱۷۰۰ میلی گرم/کیلوگرم مس، ۱۰۰ میلی گرم/کیلوگرم ید، ۵۰ میلی گرم/کیلوگرم سلنیوم، ۲۵۰ کیلو واحد بین المللی ویتامین A، ۲۰۰ کیلو واحد بین المللی ویتامین D3، ۱/۵ کیلو واحد بین المللی ویتامین E.
۲ حاوی (بر اساس ماده خشک): ۱۵/۵٪ کلسیم، ۳٪ منیزیم، ۰/۸۸٪ سدیم، ۴/۹٪ گوگرد، ۱۲/۸۶٪ کلر، ۱۴۰۰ میلی گرم/کیلوگرم آهن، ۹۸۸ میلی گرم/کیلوگرم منگنز، ۱۱۰۰ میلی گرم/کیلوگرم روی، ۱۰ میلی-گرم/کیلوگرم کبالت، ۴۰۰ میلی گرم/کیلوگرم مس، ۱۳ میلی گرم/کیلوگرم ید، ۱۵ میلی گرم/کیلوگرم سلنیوم، ۵۰۰ کیلو واحد بین المللی ویتامین A، ۵۰ کیلو واحد بین المللی ویتامین D3، ۲ کیلو واحد بین المللی ویتامین E.
۳ محاسبه شده بر اساس احتیاجات گاو شیری NRC (2001).
۴(NRC, 2001) (٪فیبر نامحلول در شوینده خنثی+ ٪ فیبر نامحلول در شوینده اسیدی+ ٪ پروتئین خام+ ٪ چربی خام+ ٪ خاکستر) – ۱۰۰

نتایج و بحث

با توجه به نتایج جدول ۲، ماده خشک مصرفی، امتیاز نمره بدنی، و وزن بدن تحت تاثیر تیمار در قبل و بعد از زایش قرار نگرفتند (P >۰/۱۰). در حالی که تولید شیرخام تحت تاثیر تیمارها قرار داشت (P=۰/۰۵) به این شرح که گاوهای دریافت‌کننده ۰/۰۴ میلی‌گرم وانادیوم به‌ازای هرکیلوگرم وزن متابولیکی دارای بیشترین مقدار تولید شیر در مقایسه با گروه شاهد و سایر گروه‌های دریافت کننده وانادیوم بودند.

افزودن وانادیوم به جیره، هیچ اثر معنی‌داری بر قابلیت هضم مواد مغذی (ماده خشک، ماده آلی، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و پروتئین) در قبل و پس از زایش نداشت. صدری و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که مکمل کروم نیز هیچ اثری بر قابلیت هضم مواد مغذی در قبل و پس از زایش ندارد ولی افزایش تولید شیر را می توان به غلظت های بالاتر گلوکز سرم و فراهمی بیشتر انرژی به طرف غدد پستانی دانست.

جدول۴، اثر وانادیوم بر متابولیت و هورمون‌های خون در ۱۰ روز اولتراسونوگرافی را نشان می‌دهد.

اثر زمان و اثر متقابل تیمار در زمان بر متابولیت و هورمون‌های خونی معنی‌دار نبود (P>۰/۱۰). غلظت انسولین و گلوکز سرم در گاوها تحت تاثیر تیمارها قرار گرفتند (P=۰/۰۱).

به طوری که گاوهای دریافت کننده سطوح ۰/۰۴ و ۰/۰۸ میلی-گرم وانادیوم به‌ازای هر کیلوگرم وزن متابولیکی دارای بالاترین غلظت انسولین و گلوکز در سرم در مقایسه با شاهد و گروه دریافت کننده ۰/۱۲ میلی‌گرم وانادیوم به‌ازای هر کیلوگرم وزن متابولیکی بودند.

بالاتر بودن غلظت انسولین را در این دسته از گاوها می‌توان به بالاتر بودن غلظت گلوکز در آن‌ها مرتبط دانست. در اواخر دوره آبستنی و چند هفته اول زایش که نشخوارکنندگان با توازن منفی انرژی روبرو هستند، ظرفیت کبد در گلوکونئوژنز برای تامین گلوکز کافی برای رحم و بعد از زایش برای شیردهی افزایش می-یابد (ویلسون و همکاران، ۱۹۹۶؛ بل و بومن، ۱۹۹۷). هم‌چنین نشان داده شده که نرخ گلوکونئوژنز کبدی در دوره انتقالی و توازن منفی انرژی تقریبا دو برابر می‌شود (بومن و الیوت، ۱۹۸۳). وانادیوم در شکل وانادیل سولفات در رت‌های دیابتی نوع دو نشان داده شده که می تواند سبب القای فعالیت فسفواینوزیتید-۳-کیناز (PI3-K) شده که در واقع جهت تحریک ساخت گلیکوژن اهمیت دارد (سکار و همکاران،۱۹۹۹). به نظر می رسد که وانادیوم سبب افزایش گلوکونئوژنز کبدی و افزایش غلظت خون در این دسته از گاوها شده است و با توجه به این که در سطوح ۰/۱۲ میلی‌گرم وانادیوم افت غلظت گلوکز انسولین را مشاهده می کنیم احتمالا در این سطح وانادیوم یک مسمومیت جزئی در گاو ایجاد می شود که همانند عنصر کم نیاز سلنیوم حد نیاز و حد مسمومیت وانادیوم بسیار نزدیک است.

احمدی و همکاران (۱۳۸۸)، با افزودن ۰/۵۰ میلی‌گرم وانادیل سولفات به آب آشامیدنی رت‌های دیابتی، افزایش غلظت هورمون انسولین را در این دسته از حیوانات مشاهده کردند. نسبت انسولین به گلوکز تحت تاثیر تیمارها قرار نگرفت (P>۰/۱۰). غلظت پروژسترون به طور معنی‌داری در گاوهای دریافت کننده ۰/۰۴ و ۰/۰۸ میلی‌گرم وانادیوم در مقایسه با شاهد و گروه دریافت کننده ۰/۱۲ میلی‌گرم، کمتر بود (P=۰/۰۰۱).

مقادیر زیادی از هورمون پروژسترون می‌تواند در بافت‌های چربی گاو ذخیره شود و زمانی که این بافت به منظور تامین انرژی در شرایط توازن منفی انرژی موبیلایز می‌شود، آزاد سازی شده و سبب افزایش غلظت پروژسترون خون در گاوها می شود (رادریگوئیس و همکاران، ۲۰۱۱). در این مطالعه با توجه به این که غلظت گلوکز تحت تاثیر تیمار افزایش یافت شاید بتوان گفت که به دلیل فراهمی بیشتر انرژی موبیلایز بافت چربی کمتری صورت گرفته و در نتیجه غلظت پروژسترون کمتری در خون داشته اند.

علاوه بر این، در مطالعه بر روی رت‌ها و انسان‌های دیابتی با وانادیوم نشان داده شده که وانادیوم سبب کاهش کل کلسترول خون می شود (کوژی و همکاران، ۲۰۰۱). از آن‌جایی که

کلسترول به عنوان پیش‌ساز هورمون پروژسترون است بنابراین وانادیوم شاید از این طریق هم سبب کاهش پروژسترون خون شود.جدول ۵، اثر وانادیوم بر تعداد و اندازه فولیکول‌های تخمدان را نشان می دهد. تعداد فولیکول‌های کوچک در گاوهای دریافت کننده سطوح ۰/۰۴ و ۰/۰۸ میلی‌گرم وانادیوم در مقایسه با شاهد و گروه دریافت کننده ۰/۱۲ میلی‌گرم وانادیوم به‌ازای کیلوگرم وزن متابولیک، بیشتر بودند (P=۰/۰۲).

تعداد فولیکول‌های متوسط تحت تاثیر تیمار قرار نگرفتند (P>۰/۱۰). گاوهای دریافت کننده وانادیوم در مقایسه با شاهد، تعداد فولیکول های بزرگ بیشتری داشتند (P=۰/۰۲). انسولین به عنوان تحریک کننده مسیر سنتز استروئیدها در سلول‌های گرانولوزا و تیکای گاو شناخته می‌شود (اسپایسر و استیوارت، ۱۹۹۶؛ اسپایسر و همکاران، ۱۹۹۳). غلظت‌های اندک انسولین ارتباط مستقیمی با توازن منفی انرژی در اوایل شیردهی گاوها دارد (کنفیلد و باتلر، ۱۹۹۱؛ مک کان و هانسل، ۱۹۸۶). مک کان و هانسل (۱۹۸۶)، نشان دادند که انسولین نقش بسیار مهمی در عملکرد هیپوفیز - تخمدان دارد.

به طوری‌که انسولین برای سنتز استروئیدها در سلول‌های لوتئال و فولیکولی لازم است (اسپایسر و اکترنکمپ، ۱۹۹۵). علاوه بر نقش انسولین در ساخت هورمون‌های استروئیدی، نقش دیگر آن به عنوان یک سیگنال متابولیکی در آزادسازی LH توسط هیپوفیز پیشین می باشد (مونگت و مارتین، ۱۹۹۷) و نشان داده شده که نقشی در تنظیم پاسخ تخمدانی به گنادوتروپین‌ها دارد (دیسکین و همکاران، ۲۰۰۳).

به علاوه بوچالتز و همکاران (۱۹۹۶)، گزارش دادند که فراهمی بیشتر گلوکز، ترشح LH را تحت تاثیر قرار می دهد که این مکانیسم از طریق عمل بر سیستم عصبی مرکزی در تشخیص مکان‌های پریفرال به نورون (سلول عصبی) GnRH می‌باشد زیرا عدم فراهمی گلوکز مستقیما نمی تواند غدد هیپوفیز یا سیستم ترشحی نورون GnRH را تحت تاثیر قرار دهد.

فاستر و ناگاتانی (۱۹۹۹) نشان دادند که گلوکز می‌تواند به عنوان یک سیگنال متابولیکی در تنظیم ترشح GnRH باشد. بنابراین، به نظر می‌رسد که گلوکز، نقش کلیدی در آزاد سازی LH و تنظیم ترشح GnRH بر عهده دارد (واتسون و همکاران، ۲۰۰۰). بنابراین، با توجه به غلظت بیشتر گلوکز و انسولین در گاوهای دریافت کننده سطوح ۰/۰۴ و ۰/۰۸ میلی‌گرم وانادیوم و همچنین غلظت‌های پایین‌تر پروژسترون در این دسته از گاوها در مقایسه با شاهد و گروه دریافت کننده ۰/۱۲ میلی‌گرم وانادیوم به‌ازای هر کیلوگرم وزن متابولیکی، می توان بیشتر بودن تعداد فولیکول‌های کوچک و بزرگ را در این دسته گاوها توجیه کرد. از طرف دیگر با توجه به نتایج این آزمایش می توان بیان کرد که وانادیوم در سطح ۰/۱۲ میلی گرم می تواند سبب ایجاد مسمومیت خفیفی شود.

نتیجه‌گیری

وانادیوم در شکل وانادیل سولفات نتوانست خوراک مصرفی، وزن بدن و نمره امتیاز بدنی گاوها در قبل و بعد از زایش را تحت تاثیر قرار دهد ولی تولید شیر خام را تحت تاثیر قرار داد.

قابلیت هضم مواد مغذی در کل دستگاه گوارش تحت تاثیر تیمارها قرار نگرفت. وانادیوم، سبب افزایش غلظت انسولین و گلوکز و کاهش غلظت پروژسترون سرم در گاوهای دریافت کننده ۰/۰۴ و ۰/۰۸ میلی گرم وانادیوم شد و در نهایت توانست سبب بهبود رشد و توسعه فولیکول‌ها در این دسته از گاوها شود. به علاوه بهترین سطح وانادیوم در شکل وانادیل سولفات با توجه به نتایج این آزمایش، ۰/۰۴ میلی گرم به‌ازای کیلوگرم وزن متابولیکی در اوایل دوره شیردهی با وجود توازن منفی انرژی توصیه می شود.

جدول ۲- اثر وانادیوم در شکل وانادیل سولفات بر عملکرد و تولید گاوها

متغیرها	میانگین حداقل مربعات تیمارها [1]				میانگین خطای استاندارد [2]	سطح معنی داری
	C	L	M	H		
قبل زایش						
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم/روز)	۱۲/۹۷	۱۳/۵۴	۱۳/۵۵	۱۳/۴۸	۰/۴۲	۰/۱۷
امتیاز نمره بدنی	۳/۴۸	۳/۵۲	۳/۵۵	۳/۵۱	۰/۰۴	۰/۲۵
وزن بدن (کیلوگرم)	۶۶۶	۶۶۴	۶۶۶	۶۶۰	۱۰/۲۵	۰/۷۰
بعد از زایش						
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم/روز)	۱۶/۶۸	۱۶/۷۲	۱۶/۹۴	۱۷/۵۰	۰/۷۲	۰/۲۴
امتیاز نمره بدنی	۳/۰۴	۳/۰۵	۳/۰۸	۳/۱۵	۰/۰۷	۰/۱۳
وزن بدن (کیلوگرم)	۵۹۸	۵۹۸	۵۹۵	۶۰۳	۶/۰۱	۰/۴۶
تغییرات وزن بدن ٪	-۶/۸۶	-۶/۴۴	۶/۸۰	-۶/۲۹	۲/۲۷	۰/۸۷
شیر خام (کیلوگرم/روز)	۳۱/۷[b]	۳۴/۸[a3]	۳۳/۶[b]	۳۲/۸[b]	۱/۱	۰/۰۵

۱ به ترتیب شاهد (C)، گروه دریافت کننده ۰/۰۴ میلی‌گرم وانادیوم (وانادیل سولفات) به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی (L)، ۰/۰۸ میلی‌گرم وانادیوم (وانادیل سولفات) به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی (M)، ۰/۱۲ میلی‌گرم وانادیوم (وانادیل سولفات) به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی (H)

۲ SEM (Standard Error of Means)

۳ اعداد با حروف نا متشابه از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی دار هستند.

جدول ۳- اثر وانادیوم در شکل وانادیل سولفات بر قابلیت هضم مواد مغذی در کل دستگاه گوارش (درصد)

متغیرها	میانگین حداقل مربعات تیمارها [1]				میانگین خطای استاندارد [2]	سطح معنی داری
	C	L	M	H		
قبل زایش						
ماده خشک	۶۴/۰	۶۳/۵	۶۳/۲	۶۳/۲	۰/۹۹	۰/۴۳
ماده آلی	۶۵/۶	۶۵/۱	۶۴/۹	۶۵/۵	۰/۸۲	۰/۹۸
پروتئین خام	۶۳/۹	۶۳/۰	۶۴/۹	۶۴/۷	۰/۸۲	۰/۲۳
[3]NDF	۵۳/۸	۵۴/۸	۵۳/۸	۵۴/۱	۱/۳۱	۰/۹۷
[4]ADF	۵۲/۵	۵۲/۵	۵۲/۱	۵۳/۲	۱/۲۲	۰/۲۳
بعد از زایش						
ماده خشک	۷۰/۹	۷۱/۵	۷۰/۸	۷۱/۸	۰/۸۶	۰/۴۵
ماده آلی	۷۲/۰	۷۲/۲	۷۲/۰	۷۲/۴	۰/۸۰	۰/۶۷
پروتئین خام	۷۰/۵	۷۱/۰	۷۱/۶	۷۱/۶	۰/۹۱	۰/۱۹
[3]NDF	۵۵/۱	۵۵/۶	۵۵/۷	۵۶/۲	۱/۱۷	۰/۳۲
[4]ADF	۵۳/۷	۵۲/۱	۵۲/۲	۵۳/۲	۱/۱۷	۰/۷۵

۱ به ترتیب شاهد (C)، گروه دریافت کننده ۰/۰۴ میلی‌گرم وانادیوم (وانادیل سولفات) به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی (L)، ۰/۰۸ میلی‌گرم وانادیوم (وانادیل سولفات) به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی (M)، ۰/۱۲ میلی‌گرم وانادیوم (وانادیل سولفات) به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی (H)

۲ SEM (Standard Error of Means)

۳ فیبر نامحلول در شوینده خنثی

۴ فیبر نامحلول در شوینده اسیدی

جدول ٤- اثر وانادیوم در شکل وانادیل سولفات بر متابولیت و هورمون ها در اوایل شیردهی

متغیرها	میانگین حداقل مربعات تیمارها [1]				میانگین خطای استاندارد [2]	سطح معنی داری
	C	L	M	H		
پروژسترون (نانوگرم/میلی لیتر)	۲/۹۸[a]	۱/۳۱[b]	۱/۹۱[b]	۲/۵۵[a3]	۰/۲۱	۰/۰۰۱
انسولین (نانوگرم/میلی لیتر)	۶/۱۸[b]	۷/۲۱[a]	۷/۴۳[a]	۶/۲۱[b]	۰/۳۰	۰/۰۱
گلوکز (میلی گرم/دسی‌لیتر)	۴۵/۱۰[b]	۵۴/۷۹[a]	۵۳/۱۱[a]	۴۷/۳۰[b]	۱/۷۱	۰/۰۱
انسولین:گلوکز	۱۷/۹۵	۱۷/۲۴	۱۸/۳۵	۱۷/۵۰	۲/۲۱	۰/۵۸

۱ به ترتیب شاهد (C)، گروه دریافت کننده ۰/۰۴ میلی‌گرم وانادیوم (وانادیل سولفات) به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی (L)، ۰/۰۸ میلی‌گرم وانادیوم (وانادیل سولفات) به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی (M)، ۰/۱۲ میلی‌گرم وانادیوم (وانادیل سولفات) به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی (H)

۲ SEM (Standard Error of Means)

۳ اعداد با حروف نا متشابه از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی دار هستند.

جدول ٥- اثر وانادیوم در شکل وانادیل سولفات بر تعداد و اندازه فولیکول‌های تخمدان

متغیرها	میانگین حداقل مربعات تیمارها [1]				میانگین خطای استاندارد [2]	سطح معنی داری
	C	L	M	H		
فولیکول‌های کوچک[3]	۲/۹۹[b]	۳/۸۷[a]	۳/۴۴[a]	۲/۹۲[b]	۰/۱۳	۰/۰۲
فولیکول‌های متوسط[4]	۳/۸۱	۳/۹۱	۳/۶۶	۳/۹۰	۰/۲۱	۰/۳۷
فولیکول‌های بزرگ[5]	۰/۸۸[b]	۱/۳۹[a]	۱/۳۷[a]	۱/۰۱[ab]	۰/۱۵	۰/۰۵
کل فولیکول‌ها	۷/۸۹[b]	۹/۱۸[a6]	۸/۴۵[b]	۷/۸۵[b]	۰/۱۷	۰/۰۳

۱ به ترتیب شاهد (C)، گروه دریافت کننده ۰/۰۴ میلی‌گرم وانادیوم (وانادیل سولفات) به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی (L)، ۰/۰۸ میلی‌گرم وانادیوم (وانادیل سولفات) به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی (M)، ۰/۱۲ میلی‌گرم وانادیوم (وانادیل سولفات) به ازای کیلوگرم وزن متابولیکی (H)

۲ SEM (Standard Error of Means)

۳ فولیکول‌های ۴-۶ میلی‌متری

۴ فولیکول‌های ۷-۹ میلی‌متری

۵ فولیکول های ۱۰ و بزرگتر از ۱۰ میلی‌متری

۶ اعداد با حروف نا متشابه از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی دار هستند.

منابع

احمدی صلاح الدین، کریمیان سید مرتضی، ستوده مسعود، بهادری مسلم، دهقان غلامعباس. (۱۳۸۸). بررسی اثر وانادیل سولفات خوراکی بر فراساختار سلول‌های بتای پانکراس موش‌های صحرایی دیابتی شده توسط استرپتوزوتوس. *مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان*. ۴: ۱-۱۳.

AOAC. (1999). Official Methods of Analysis. 16th ed. K. Helrich, ed. *Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.*

Bauman D. E. and J. Elliot M. (1983). Control of nutrient partitioning in lactating ruminants. In T. B. Mepham (ed.), *Biochemistry of Lactation*, Elsevier, Amsterdam, pp. 437-468.

Bell, A.W. and Bauman, D.E. (1997). Adaptations of glucose metabolism during pregnancy and lactation. *J. Mammary Gland Biologycal Neoplasia.* 2: 265-278.

Bell, A.W. (1995). Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science.* 73: 2804-2819.

Bonczeck, R.R., C.W. Young, J.E. Wheaton, and K.P. Miller. (1988). Responses of somatotropin, insulin, prolactin, and thyroxine to selection for milk yield in Holsteins. *Journal of Dairy Science.* 71:2470-2478.

Bucholtz, D.C., Vidmans, N.M., Herbosa, C.G., Schillo, K.K., Foster, D.L. (1996). Metabolic interfaces between growth and reproduction. Part V: Pulsatile luteinising hormone secretion is dependent on glucose availability. *Endocrinology*. 137:601-607.

Canfield R.W. and Butler W.R. (1991). Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. *Journal of Animal Science*. 69:740-783.

Cusi, K., Cukier, S., DeFronzo, R.A., Torres, M., Puchulu, F.M. and Redondo J.C. (2001). Vanadyl sulfate improves hepatic and muscle insulin sensitivity in type 2 diabetes. *J. of Cli. Endocrin. Metabol.* 86:1410-1417.

Diskin, M.G., Mackey, D.R., Roche, J.F. and Sreenan, J.M. (2003). Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Animal Reproduction Science*. 78:345-370.

Edmonson, A., Lean, I., Weaver, L., Farver, T. and Webster, G. (1989). A body condition scoring chart for holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 72: 68-78.

Foster D. L. and Nagatani S. (1999). Physiological perspectives on leptin as a regulator of reproduction: role in timing puberty. *Bioogy. Reproduction.* 60:205-215.

Haenlein, G. and Anke, M. (2011). Mineral and trace element research in goats: A review. *Small Ruminant Research.* 95: 2-19.

Hammon, D.S., Evjen, IM., Dhiman, T.R., Goff, P. and Walters, J.L. (2006). Neutrophil function and energy status in Holstein cows withuterine health disorders. *Veterinary Immunology Immunop.* 113: 21-29.

Hayirli, A., Bremmer, D.R., Bertics, S.J., Socha, M.T. and Grummer, R.R. (2001). Effect of chromium supplementation on production and metabolic parameters in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science.* 84:1218-1230.

Jordan, E.R. and R.H. Fourdraine, R.H. (1993). Characterization of the management practices of the top milk producing herds in the country. *Journal of Dairy Science.* 76:3247-3256.

McCann J. P., Hansel W. (1986). Relationships between insulin and glucose metabolism and pituitary–ovarian functions in fasted heifers. *Biology Reproduction.* 34:630-641.

Monget P. and Martin G.- B. (1997). Involvement of insulin-like growth factors in the interactions between nutrition and reproduction in female mammals. Hum. *Reproduction.* 12 *(suppl 1)*:33–52.

Nebel, R.L, and McGilliard, M.L. (1993). Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science.* 76:3257-3268.

NRC. (2001). Nutrient Requirement of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

Pierson, R.A., and Ginther, O.J. (1987). Follicular populations during the oestrous cycle in heifers: 1. Influence of day. *Animal Reproduction Science.* 14:165-176.

Rodrigues, R. O., Trevisanuto, C., Cooke, R. F. and Vasconcelos, J.L.M. (2011). Effects of body weight loss on serum progesterone concentrations of non-lactating dairy cows. *Theriogenology*. 75: 131-137.

Sadri, H., Ghorbani, G.R., Rahmani, H.R., Samie, A.H., Khorvash, M. and Bruckmaier, R.M. (2009). Chromium supplementation and substitution of barley grain with corn: Effects on performance and lactation in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science.* 11: 5411-5418.

Santos, J.E.P., T.R. Bilby, W.W.Thatcher, C.R. Staples, and F.T. Silvestre. (2008). Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. *Reproduction of Domestic Animal.* 43 (*Supp.* 2):23-30.

SAS Institute. (1999). SAS User's Guide: Statistics. Version 8.2 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Sekar N., Li J., He Z., Gefel, D. and Shechter Y. (1999). Independent Signal-Transduction Pathways for vanadate and for insulin in the activation of glycogen synthase and glycogenesis in rat adipocytes. *Endocrinology.* 140: 1125-1131.

Shafir E., Spielman S. and Nachliel L. (2001). *Diabetes/Metabolism Research and Reviews* 17: 55-66.

Smith, K.L., Waldron, M.R., Ruzzi L.C., Drackley J.K., Socha M.T. and Overton T.R. (2008). Metabolism of dairy cows as affected by prepartum dietary carbohydrate source and supplementation with chromium throughout the periparturient period. *Journal of Dairy Science.* 91:2011-2020.

Smith, K.L., Waldron, M.R., Drackley, J.K., Socha, M.T. and Overton, T.R. (2005). Performance of dairy cows as affected by prepartum dietary carbohydrate source and supplementation with chromium throughout the transition period. *Journal of Dairy Science.* 88:255-263.

Spicer L. J., Echternkamp S. E. (1995). The ovarian insulin and insulin-like growth factor system with an emphasis on domestic animals. *Domestic Animal Endocrinology.* 12:233-245.

Spicer L.J. and Stewart R.E. (1996). Interactions among basic fibroblast growth factor, epidermal growth factor, insulin, and insulin-like growth factor-I (IGF-I) on cell numbers and steroidogenesis of bovine thecal cells: role of IGF-I receptors. *Biology Reproduction.* 54:255-263.

Spicer L.J., Alpizar E. and Echternkamp S.E. (1993). Effects of insulin, insulin-like growth factor I, and gonadotropins on bovine granulose cell proliferation, progesterone production, estradiol production, and (or) insulin-like growth factor I production in vitro. *Journal of Animal Science.* 71:1232-1241.

utler, W.R. (2003). Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science.* 83: 211-218.

Van Keulen, V. and Young, B.H. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as natural marker in ruminant digestibility studies. *Journalk Animal Science.* 26:119-135.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science.* 74:3583-3597.

Vasconcelos, J.L.M., Sangsritavong, S., Tsai, S.J. and Wiltbank, M.C. (2003). Acute reduction in serum progesterone concentrations after feed intake in dairy cows. *Theriogenology*. 60:795-807.

Villa-Godoy, A., Hughes, T.L., Emery, R.S., Chaplin, T.L. and Fogwell, R.L. (1988). Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 71:1063-1069.

Watson, E.D., Pedersen, H.G., Thomson, S.R. M. and Fraser, H.M. (2000). Control of follicular development and luteal function in the mare: effects of a GnRH antagonist. *Theriogenology*. 54:599-609.

Whiteford, L.C. and Sheldon, I.M. (2005). Association between clinical hypocalcaemia and postpartum endometritis. *Veterinary Research.* 157*:202-203.*

Wilson, L.A., Mills, S.E., Finley, E., Kilgour, E., Buttery, P.J. and Vernon R.G. (1996). Effect of lactation on insulin signal transduction in sheep adipose tissue and skeletal muscle. *Journal of Endocrinology*. 151:469-480.