

Impacto de la administración y la calidad del calostro sobre los niveles de inmunoglobulinas séricas en becerros

Gerardo F. Quiroz Rocha*
Jan Bouda*
Mario Medina Cruz**
Luis Núñez Ochoa*
Adolfo K. Yabuta Osorio***

Abstract

Hypogamaglobulinemia is frequently observed in calves, and it is one of the most important causes of high morbidity and mortality in those animals. Different grades of hypogamaglobulinemias may be present when there is inappropriate colostrum immunity transfer. Specific gravity, concentrations of total protein in colostrum serum were determined in samples of the first colostrum postpartum from 305 cows. Concentrations of total protein and immunoglobulins (Ig) were also determined in the serum of their calves. Consumed volume and postpartum time of the first suckling of colostrum were registered in calves. Total proteins in colostrum or blood serum were determined by the spectrophotometric method, and Ig concentration in calf serum was determined by the zinc sulfate turbidity test. A direct relationship between colostrum specific gravity and colostrum serum proteins was confirmed, as well as between colostrum serum proteins and serum Ig in calves. Ig serum levels from two to four day old calves depend on the volume, time, and also significantly on the quality of the first colostrum ingested. Serum Ig levels were 0-5 Zinc Sulfate Turbidity Units (ZSTU) in 10.8% of the calves; this was considered as agammaglobulinemic; 6-10 ZSTU in 21.3%; 11-17 ZSTU in 33.5%, and above 18 ZSTU in only 34.4%; being normoglobulinemic calves the last ones. By measuring specific gravity in the first colostrum postpartum it is possible to estimate its quality under field conditions. When the calves had consumed 2 liters of high quality colostrum (specific gravity > 1.050) within 3 h, and another dose of colostrum within 10 h postpartum, their serum Ig was above 18 TUZS. It is very important to evaluate the quality of the first colostrum in two to four day old calves and their serum Ig levels to ensure good protection against infections and septicemias.

Key words: COLOSTRUM, CALVES, IMMUNOGLOBULINS, HYPOGAMAGLOBULINEMIAS.

Resumen

La hipogamaglobulinemia se presenta muy frecuentemente en becerros, y es una de las causas más importantes de la morbilidad y mortalidad en estos animales. Cuando no existe una transferencia de inmunidad calostroal apropiada se presentan diferentes grados de hipogamaglobulinemias. Se determinaron la densidad y la concentración de proteínas en el suero del calostro del primer ordeño de 305 vacas. Se

Recibido el 14 de octubre de 1997 y aceptado el 19 de enero de 1998.

* Departamento de Diagnóstico Clínico, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

** Departamento de Producción Animal: Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

*** Centro de Enseñanza Práctica, Investigación y Extensionismo en Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Km 28, Carretera Federal Cuernavaca-Topilejo, 14500, México, D.F.

registró el volumen de calostro consumido por parte de los becerros nacidos de esas vacas y se tomó el tiempo posparto del consumo. Las concentraciones séricas de proteínas totales se determinaron por método de Biuret e inmunoglobulinas (Ig) con la técnica de turbidez con sulfato de zinc. Se determinó una relación directa entre la densidad del calostro y las proteínas en suero de calostro, así como de proteínas de suero de calostro con las proteínas e Ig séricas del becerro. Los niveles de Ig en el suero sanguíneo de los becerros a los 2 a 4 días de edad dependen del volumen, tiempo y también significativamente de la calidad del calostro del primer consumo. Los niveles séricos de Ig fueron de 0-5 unidades de turbidez de sulfato de zinc (UTSZ) en 10.8%; de 6-10 UTSZ en 21.3%, de 11-17 UTSZ en 33.5% y de 18 UTSZ en 34.4%, siendo estos becerros normoglobulinémicos. Cuando los animales consumen 2 litros de calostro de buena calidad (densidad > 1.050) antes de 3 h y otra dosis dentro de las primeras 10 h posparto, alcanzan niveles séricos de 18 UTSZ. En la práctica diaria es muy importante evaluar la calidad del calostro que consumen los becerros, así como los niveles de Ig séricas a los 2 a 4 días, para garantizar una buena protección contra septicemias e infecciones.

Palabras clave: CALOSTRO, BECERROS, INMUNOGLOBULINAS, HIPOGAMAGLOBULINEMIAS.

Introducción

La transferencia de inmunidad pasiva a través del calostro materno es fundamental para la salud y supervivencia del becerro en las primeras semanas de vida.^{1,2} La placenta del bovino es de tipo epiteliocorial, esta circunstancia impide la transferencia de inmunoglobulinas (Ig) al feto durante la gestación, por lo que el becerro presenta una condición agamaglobulinémica al nacimiento en condiciones normales.³ En varios estudios se han determinado las relaciones entre la edad en horas del becerro al momento en que consume el calostro, la concentración de Ig presentes en este último, el volumen ingerido y la eficiencia en la transferencia de Ig al becerro.^{4,5,6,7}

El tiempo que transcurre entre el parto y el momento de consumo del primer calostro es importante debido a que el mecanismo de pinocitosis, por medio del cual la mucosa intestinal es capaz de absorber las Ig, disminuye gradualmente hasta casi desaparecer a las 36 h de vida.^{8,9} Algunas de las causas que provocan que el calostro no sea ingerido en un tiempo adecuado son: becerros débiles al nacimiento, vacas con bajo instinto materno que no estimulan al becerro a amamantarse, pezones mal conformados o demasiado grandes y manipulación excesiva del becerro durante el parto, causándole un efecto de estrés.^{3,10}

La calidad del calostro tiene relación con la concentración de Ig; es decir, a mayor concentración de Ig, será mayor la calidad del calostro.^{11,12} Asimismo, las Ig más abundantes son las IgG, seguidas por la IgA y la IgM en todos los rumiantes.^{3,13,14,15,16,17} También se ha establecido una relación entre la densidad del calostro y su concentración de Ig; por lo tanto, la densidad constituye un indicativo de calidad del calostro.^{7,12,18,19} Entre las causas de disminución en la

concentración de Ig calostrales se encuentran la mastitis, el efecto del número de ordeños posparto, las infecciones sistémicas de la madre, acidosis metabólica y las deficiencias de proteínas y de minerales en la ración alimenticia.^{18,20,21,22}

El volumen de calostro consumido tiene una relación directa con la transferencia de inmunidad pasiva ya que un consumo deficiente significará una dosis baja de Ig calostrales.^{10,23,24,25}

Cuando no se controlan bien esos factores, se presenta una falla de la transferencia de inmunidad pasiva, resultando en una hipogamaglobulinemia, que predispone a los animales a diversas infecciones, como la onfalitis, onfaloflebitis, artritis séptica, septicemia, neumonías y enteritis que cursan con diarrea.^{20,26} Las pérdidas económicas que se generan como consecuencia de la morbilidad y mortalidad de los animales son cuantiosas,^{14,15} por esa razón es importante que se conozcan las características del calostro y las técnicas de administración de éste para proveer una adecuada inmunidad a los becerros.

Se han descrito distintas técnicas para conocer la concentración de Ig presentes en el calostro y en la sangre, en forma directa o indirecta. El calostro se evalúa de diferentes formas, entre las que se encuentra la determinación de la densidad con calostrómetro,* medición de proteínas por el método de Biuret o gamaglobulinas por electroforesis en el suero de calostro; determinación de proteínas totales en el suero de los becerros y la determinación de Ig séricas mediante pruebas de turbidez o de precipitación, pruebas de ELISA e inmunodifusión.^{3,10,19,27}

A través de la combinación de algunas de estas técnicas es posible conocer la eficiencia o la falla parcial o total de la transferencia de Ig a los becerros.^{10,18,28}

El objetivo del presente trabajo fue determinar el impacto de la calidad, volumen y horas posparto de la administración del calostro sobre la falla en la transferencia de inmunoglobulinas en el becerro.

* Densitómetro modificado para medición de muestras de calostro.

Material y métodos

En el transcurso de un año en una explotación de 580 vacas Holstein-Friesian, se obtuvo el calostro de primer ordeño dentro de las primeras 3 h después del parto de 305 vacas. Del calostro obtenido se tomaron 200 ml de muestra, a las cuales se les determinó la densidad por medio de un calostrómetro,¹⁶ después se coagularon 20 ml de la muestra utilizando 0.2 ml de renina al 4% más 0.1 ml de CaCl₂ al 10%, se mezclaron y se incubaron durante 60 minutos a 37°C. A continuación se centrifugaron las muestras, separando el suero en un tubo al que se añadió solución de NaCl al 0.9% en una dilución 1:1. El contenido total de proteínas se determinó con el método de Biuret por espectrometría en un Microchem 565* y el contenido de gamaglobulinas por electroforesis en acetato de celulosa.

A los becerros se les ofreció el calostro en forma manual por medio de una mamila, se anotó el volumen ingerido y se registró el tiempo transcurrido entre el parto y el momento de la primera toma. Una segunda dosis de calostro se les ofreció dentro de las 12 h de vida. Entre 2 y 4 días se muestrearon 5 ml de sangre de la vena yugular, se dejaron coagular a temperatura ambiente durante 2 h y se centrifugaron para separar el suero. La eficiencia en la transferencia de Ig en el becerro se evaluó empleando la técnica de turbidez en sulfato de zinc,²⁸ los resultados se expresan como unidades de turbidez en sulfato de zinc (UTSZ) en el suero sanguíneo de los becerros. Valores de 18 UTSZ equivalen aproximadamente a 15 g/l de gamaglobulinas.¹⁸

Para la determinación de las significancias estadísticas de las diferencias entre los grupos se empleó la prueba "t" de Student, la determinación de las diferencias entre muestras individuales se hizo con base en el método de análisis de dispersión simple y prueba de Duncan.²⁹

Resultados

En el Cuadro 1 se muestran las equivalencias encontradas entre la densidad del calostro del primer ordeño y la concentración de proteínas del suero de calostro, su impacto sobre los niveles séricos de Ig en becerros que consumieron 2 litros de calostro dentro de las primeras 3 h de vida. Se puede observar una relación directa entre la densidad del calostro del primer ordeño y su concentración de proteínas en suero calostrado, así como la relación directa entre las proteínas presentes en suero de calostro y la concentración de Ig en el suero sanguíneo de los becerros expresados en UTSZ.

En el Cuadro 2 se muestra la relación entre los niveles de proteínas totales e Ig del suero de los becerros de acuerdo con la cantidad de calostro consumido y el tiempo transcurrido entre el parto y la primera toma de calostro, ofreciendo a los becerros calostro con una densidad mayor de 1.050. Se observa que los animales que consumen al menos 2 litros de calostro dentro de las primeras 3 h de vida presentaron los niveles séricos más altos de Ig, mientras que los animales que consumen 1 a 2 litros de calostro, pero después de 6 h de vida, tienen niveles menores de Ig a pesar de haber consumido calostro de buena calidad. Al comparar los grupos entre sí se observaron diferencias significativas en todos los casos ($P < 0.05$) como se describe en el Cuadro 2.

En el Cuadro 3 se muestran los resultados obtenidos al analizar los diferentes niveles de Ig en los 305 becerros estudiados, donde se observó que la frecuencia de animales con valores menores o iguales a 18 UTSZ entre los 2 y 4 días de vida fue de 65.6%. De éstos, 54.7% presentó hipogamaglobulinemia y en 10.8% se observó prácticamente agamaglobulinemia (5 UTSZ). Sólo 34.4% de los becerros fueron normoglobulinémicos, con valores de Ig séricas sobre 18 UTSZ.

Cuadro 1

EQUIVALENCIAS ENTRE LA DENSIDAD DEL CALOSTRO Y LAS PROTEÍNAS EN SUERO DEL CALOSTRO Y SU IMPACTO SOBRE LOS NIVELES SÉRICOS DE Ig EN BECERROS CONSUMIENDO 2 LITROS DE CALOSTRO EN LAS PRIMERAS 3 HORAS DE VIDA

Densidad del calostro	Proteínas en suero de calostro (g/l)	Niveles séricos de Ig en el becerro (UTSZ)*
> 1.062	156.6 ± 4.5	25.9 ± 4.9
1.050 - 1.062	132.5 ± 9.0	23.2 ± 5.1
1.038 - 1.050	87.3 ± 5.7	18.3 ± 4.8
< 1.038	73.5 ± 4.2	15.5 ± 4.4

* Unidades de turbidez de sulfato de zinc.

* Ciba Corning, Essex, United Kingdom.

Cuadro 2
NIVELES DE IG EN EL SUERO DE BECERROS DE ACUERDO A VOLUMEN DE CALOSTRO CONSUMIDO CON UNA DENSIDAD MAYOR DE 1.050 Y EL TIEMPO ENTRE EL PARTO Y LA PRIMERA TOMA

<i>Volumen de calostro y tiempo de ingestión</i>	<i>n</i>	<i>Proteínas totales en los becerros (g/l)</i>	<i>Niveles séricos de Ig en los becerros (UTSZ)*</i>
2 litros durante 3 h	35	58.3 ± 9.0 ^a	21.0 ± 7.4 ^g
2 litros entre 3 y 6 h	25	56.6 ± 10.2 ^b	17.2 ± 6.1 ^h
2 litros después de 6 h	36	54.3 ± 9.0 ^c	16.3 ± 6.7 ⁱ
1 a 2 litros durante 6 h	119	54.3 ± 8.8 ^d	16.2 ± 7.2 ^j
1 a 2 litros después de 6 h	57	53.1 ± 9.8 ^e	13.6 ± 7.1 ^k
1 litro después de 6 h	33	48.8 ± 6.1 ^f	9.2 ± 5.5 ^l

Existen diferencias significativas (P < 0.05) entre grupos a:d, a:e, a:f, b:f, c:f, d:f para proteínas totales séricas.

Existen diferencias significativas (P < 0.05) entre grupos g:h, g:i, g:j, h:k, h:l, i:l, j:l, k:l para inmunoglobulinas séricas.

* Unidades de turbidez de sulfato de zinc.

Discusión

Desde el punto de vista inmunológico el calostro es vital para la supervivencia y la salud del becerro. Con base en el análisis de la calidad del calostro del primer ordeño es posible tener una aproximación del estado de salud de la madre (deficiencias nutricionales, infecciones, etc.).¹⁸

En trabajos previos se observó correlación positiva significativa entre la concentración de proteínas y de gamaglobulinas presentes en el suero calostrado del primer ordeño (r = 0.981),¹⁸ con ese antecedente en la presente investigación sólo se determinaron las proteínas séricas del calostro ya que esto último resulta una medición sencilla y rápida.

Diversos autores describen la relación directa entre la densidad del calostro y el contenido de proteínas en el suero de calostro, así como con la concentración total de Ig de éste, donde se considera que un calostro de calidad superior tiene una densidad > 1.050,^{5,13,19} equivalente a una concentración mínima de 120 g/l.^{18,30} En el presente estudio, los calostros con densidad 1.050 tuvieron una concentración mínima de 123.5 g/l de proteínas en el suero.

Cuando se controla el volumen de calostro consumido y el tiempo transcurrido entre el parto y la primera toma, existe una relación positiva entre la concentración de proteínas totales del calostro y los niveles de Ig séricas en los becerros a los 2-4 días de vida. Esta relación es negativa respecto del tiempo desde el parto a la primera toma. Las Ig séricas en el becerro alcanzan los niveles máximos 24 a 36 h posparto y persisten así hasta los 4 días de vida, por ellos el muestreo se efectuó en ese periodo.^{8,18,25,31} Se observó que el tiempo posparto y la cantidad de calostro óptimos para obtener los niveles

más altos de Ig se presenta cuando se dan al menos 2 litros en las primeras 3 h de vida; aunque se sabe que para las concentraciones séricas de Ig a los 2 a 4 días de vida, son más importantes las primeras dos tomas de calostro dentro de las primeras 12 h posparto.⁹ A medida que el tiempo transcurrido aumenta, o disminuye la cantidad de calostro consumido, empiezan a existir diferentes grados de hipogamaglobulinemias, estos resultados son similares a los observados por otros autores.^{18,31} Es importante destacar que diferentes grados de hipogamaglobulinemia se presentan muy frecuentemente, existiendo sólo 34.4% de animales con niveles de más de 18 UTSZ, según los resultados obtenidos, y 10.8% de animales prácticamente agamaglobulinémicos.

Para que exista una transferencia eficiente de inmunidad pasiva a través del calostro por parte de la madre, es necesario que se controlen los tres factores: volumen de calostro, calidad de calostro y tiempo transcurrido entre el parto y su consumo. Cuando alguno de los factores falla se presenta algún grado de hipogamaglobulinemia.^{23,32}

Cuando se presenta una transferencia de inmunidad calostrada adecuada, los niveles séricos de Ig en el becerro a los 2-4 días de vida son superiores a 18 unidades.^{2,6,33,34} Becerros con niveles muy bajos de Ig (< 5 UTSZ) presentan muy frecuentemente septicemias, diarreas y mortandad,^{28,35} en becerros con hipogamaglobulinemias (6-15 UTSZ) existen comúnmente diarreas y enfermedades respiratorias.^{4,10,18,36,37,38,39,40} Si la transferencia de inmunidad pasiva en becerros es buena, y son adecuadas la nutrición y el manejo, se reducen significativamente los problemas de salud en la crianza.^{2,4,10,15,37,38,39}

De todos los factores para la predicción de la salud de los becerros, especialmente en las 3 primeras semanas de vida, el más importante es la determinación de niveles

Cuadro 3
FRECUENCIA DE DIFERENTES NIVELES
DE GLOBULINEMIAS INDEPENDIENTE A CANTIDAD
Y CALIDAD DE CALOSTRO CONSUMIDO

Niveles séricos de Ig * (UTSZ)	n	Frecuencia (%)
5	33	10.8
6-10	65	21.3
11-17	102	33.5
18	105	34.4

*Unidades de turbidez de sulfato de zinc.

séricos de Ig a partir de los 2 y hasta los 6 días de vida del becerro. También es importante medir la densidad del calostro del primer ordeño para conocer su calidad; asimismo, es necesario relacionar estos datos con la nutrición, el manejo de los becerros y la medicina preventiva. Existen diferentes pruebas para evaluar esos niveles. En forma práctica a nivel de campo las más importantes son la determinación de proteínas totales por medio de refractometría y la prueba de precipitación con sulfato de sodio. Se recomienda realizar el diagnóstico preventivo en grupos representativos de becerros del hato, en donde se realizan pruebas en un grupo de 7 a 10 animales representativos. En situaciones más específicas se pueden realizar pruebas de laboratorio, como turbidez con sulfato de zinc u otros métodos inmunológicos.

Referencias

- Bouda J, Candanosa, AE, Yabuta OA, Tinoco MM. Diagnóstico de hipogamaglobulinemia y valores bioquímicos importantes en becerro. Memorias del Curso Diagnóstico de Campo y de Laboratorio para el Tratamiento de Enfermedades en Bovinos; 1994 noviembre 16-19; México (DF). México (DF) División de Educación Continua, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional Autónoma de México, 1994.
- Wittum TE, Perino LJ. Passive immune status at postpartum hour 24 and long-term health and performance of calves. *Am J Vet Res* 1995;56:1149-1154.
- Tizard I. *Veterinary immunology*. 4th ed. Philadelphia: WB Saunders, 1992.
- Bakheit HA, Greene HJ. Control of bovine neonatal diarrhoea by management techniques. *Vet Rec* 1981;108:455-458.
- Boyd JW, Beker JR, Leyland A. Neonatal diarrhoea in calves. *Vet Rec* 1974;95:310-313.
- Fisher EW, Martinez AA, Trainin Z, Meiom R. Studies of neonatal calf diarrhoea. II. Serum and faecal immune globulins in enteric colibacillosis. *Br Vet J* 1975;131:402-415.
- Jagos P, Bouda J, Klimes J, Muzik J. Vybrané ukazatele

- quality mleziva u krav v prubehu roku. *Vet Med (Praha)* 1985;30:649-657.
- Prosser CG, Eichler SJ, Farr VC, Davis SR. Effect of colostrum intake on alpha-lactalbumin concentration in serum of calves. *Res Vet Sci* 1992;53:219-222.
- Todd AG, Whyte PBD. The effect of delays in feeding colostrum and the relationship between immunoglobulin concentration in the serum of neonatal calves and their rates of growth. *Austr Vet J* 1995;72:415-417.
- Medina CM. Medicina productiva en la crianza de becerros lecheras. México (DF): Limusa, 1994.
- Bouda J, Jagos P, Muzik J, Doubek J, Klimes J, Toth J. Hodnoty vybraných biochemických ukazatelů v kolostru krav v závislosti na době prvního nadoje po porodu. *Vet Med (Praha)* 1988;33:517-528.
- Klimes J, Jagos P, Bouda J, Gajdusek S. Basic qualitative parameters of cow colostrum and their dependence on season and postpartum time. *Acta Vet (Brno)* 1986;55:23-39.
- Besser TE, Gay CC. Colostral transfer of immunoglobulins to the calf. *Vet Annal* 1993;33:53-61.
- Garry FB, Adams R, Cattell MB, Dinsmore RP. Comparison of passive immunoglobulin transfer to dairy fed colostrum or commercially available colostrum-supplement products. *J Am Vet Med Assoc* 1996;208:107-110.
- Rea DE, Tyler JW, Hancock DD, Besser TE, Wilson L, Krytenberg DS, Sanders SG. Prediction of calf mortality by use of tests for passive transfer of colostral immunoglobulin. *J Am Vet Med Assoc* 1996; 208:2047-2049.
- Medina CM. Determinación de gammaglobulinas en el calostro bovino por medio del calorímetro. En: Morilla, GA, Bautista GC, editores. *Manual de inmunología*. México (DF): Diana, 1986:249-253.
- Al-Sabbagh TA, Swanson LV, Thompson JM. The effect of ewe body condition at lambing on colostral immunoglobulin G concentration and lamb performance. *J Anim Sci* 1995;73:2860-2864.
- Bouda J. The study of clinico-biochemical parameters in calves in the relationship cow-calf and their importance in diagnostics and prophylaxis of diseases in calves (Dr Sc thesis). Czech Rep (Brno): Univ Vet Sci, 1986.
- Fleenor WA, Stott GH. Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. *J Dairy Sci* 1980;63:973-977.
- Perino LJ, Wittum TE. Effects of various risk factors on plasma protein and serum immunoglobulin concentrations of calves at postpartum hours 10 and 24. *Am J Vet Res* 1995;56:114-118.
- Sanz ME, Parma AE, Bowden RA. Transmission of maternal immunity against *Escherichia coli* K99 in a dairy farm. *Rev Med Vet (Buenos Aires)* 1996;77:98-104.
- Swecker WS, Thatcher CD, Eversol DE, Blodgett DJ, Schuring GG. Effect of selenium supplementation on colostral IgG concentration in cows grazing selenium-deficient pastures and on postsuckle serum IgG concentration in their calves. *Am J Vet Res* 1995;56:450-453.
- Martínez A. Errores fundamentales en el suministro de calostro. *Hoard's Dairyman* 1995;s/v:49-53.
- Quigley JD III, Martin KR, Bemis DA, Potgieter LND, Reinemeyer CR, Rohrbach BW, et al. Effects of housing and colostrum feeding on serum immunoglobulins, growth, and fecal scores of Jersey calves. *J Dairy Sci* 1995;78:893-901.
- Sultan ZA, Hamed MK, El-Banna MK. Immunoglobulin concentration in colostrum and blood serum with reference to growth and vitality of Friesian calves. *Egypt J Anim Prod* 1993;30:173-188.
- Rebelatto MC, Weiblen R, Cezar-Rebelatto M. The importance of passive immunity for the calf. *Rev Bras Genética* 1994;17:109-118.

27. Medina CM. Determinación de gamaglobulinas en el becerro neonato. En: Morilla, GA, Bautista GC, editores. Manual de inmunología. México (DF): Diana, 1986:237-247.
28. McEwan AD, Fisher EW, Selman JE, Penhale WJ. A turbidity test for estimation of immune globulin levels in neonatal calf serum. Clin Chim Acta 1970;27:155-163.
29. Daniel WW. Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1983.
30. Bouda J, Choroby telat. In: Jagos P, Vrzgula L, editors. Diagnostika a prevence chorob zvirat. Vol. 2. Brno: Visoka Skola Veterinarni, 1979:233-266.
31. Michanek P, Ventorp M. Passive immunization of newborn dairy calves on three farms with different housing systems. Sw J Agric Res 1993;23:37-43.
32. Jagos P, Bouda J. Protein metabolism in cows and their calves fed from buckets. Acta Vet (Brno) 1980;49:59-66.
33. Michanek P. Transfer of colostrum immunoglobulin to newborn dairy calves. Effects of housing on suckling patterns and consequences for the intestinal transmission of macromolecules (M Sc thesis). Sweden: Swedish Univ Agric Sci, 1994.
34. Slanina L, Vajda V, Blazej J. Turbidimetrické stanovenie imunoglobulínov u teliat a ich klinické hodnotenie. Veterinárství 1976;26:392-394.
35. McEwan AD, Fisher EW, Selman JE. An estimation of the efficiency of the absorption of immune globulins from colostrum by newborn calves. Res Vet Sci 1970;12:239-243.
36. Fallon RJ. The effect of different methods of feeding colostrum on calf blood serum immunoglobulin levels. In: Hoffmann B, editor. Calving problems and early viability of the calf. The Hague (Netherlands): Martinus Nijhoff 1979:508-517.
37. Logan EF, Pearson GR, McNulty MS. Studies on the immunity of the calf to colibacillosis. VII. The experimental reproduction of enteric colibacillosis in colostrum fed calves. Vet Rec 1977;101:443-446.
38. Penhale WJ, Christie G, McEwan AD, Fisher AW, Selman IE. Quantitative studies on bovine immunoglobulins. II. Plasma immunoglobulin levels in market calves and their relationship to neonatal infection. Br Vet J 1970;126:30-36.
39. Thomas LH, Swann RG. Influence of colostrum on the incidence of calf pneumonia. Vet Rec 1973;92:454-455.
40. Williams MR, Spooner RL, Thomas LH. Quantitative studies on bovine immunoglobulins. Vet Rec 1975;96:81-84.