

Effects of short term clinoptilolite supplementation on weight gain in Holstein calves

Efectos de la suplementación clinoptilolita corto plazo sobre la ganancia de peso en becerros Holstein

Deniz Alic Ural,^{1*} Ph.D, Kerem Ural,² Ph.D,

¹Adnan Menderes University, Faculty of Veterinary, Faculty Farm, Isikli, Aydin, Turkey. ²Adnan Menderes University, Faculty of Veterinary, Department of Internal Medicine, Isikli, Aydin, Turkey.

*Correspondence: alicdeniz@gmail.com

Received: December 2015; Accepted: August 2016.

ABSTRACT

Objective. To determine whether short term supplementantion at two levels (1 or 2 g/kg) of clinoptilolite (CLNP) in the colostrum of dairy calves had any effect on total weight gain (TWG) and mean daily gain of weight (mdwg). **Materials and methods.** A total of 24 clinically healthy calves without diarrhea were assigned in a subset of three major groups of calves were studied: group I (n=8) received colostrum with clnp at the rate of 1/kg started immediately following calving at 12 and 24 hours, for a total of 2 doses. Group II consisted of calves (n=8) receiving colostrum with clnp at the rate of 2/kg within the same interval as the first experimental group. The last group III, which served as control, received solely colostrum. **Results.** Group had significant effect on weight (kg) of Holstein calves [twg (mean±SE)- control: 12.66±0.349, group I: 14.73±0.414, group II: 14.19±0.468, p<0.01; mdwg (mean±SE)-control: 0.338±0.0155, group I: 0.396±0.0189, group II: 0.397±0.0196, p<0.05]. There was a significant difference observed for twg (p<0.01) and mdwg (p<0.05) among control group and both clnp treatment groups. **Conclusions.** The results showed that the addition of both levels of clinoptilolite administration via colostrum appeared to enhance twg and mdwg in newborn calves without having any observable adverse effect.

Keywords: Calves, clinoptilolite, efficacy, health, weight (*Source: CAB thesaurus*)

RESUMEN

Objetivo. Determinar si la suplementación a corto plazo en 2 niveles (1 o 2 g/kg) de clinoptilolita (CLNP) en el calostro de terneros lecheros tiene algún efecto sobre la ganancia de peso total (TWG) y la ganancia media diaria de peso (MDWG). **Materiales y métodos.** Se asignó un total de 24 terneros clínicamente sanos sin diarrea en un subconjunto de los tres grupos principales de terneros que fueron estudiados: grupo I (n = 8) recibieron calostro con CLNP a razón de 1 g/kg inmediatamente después del parto a las 12 y 24 horas , para un total de 2 dosis. Grupo II consistió de terneros (n = 8) que recibieron calostro con CLNP a razón de 2 kg / dentro del mismo intervalo que el primer grupo experimental. El último grupo III, que sirvió como control, recibió únicamente calostro. **Resultados.** Grupo tuvo un efecto significativo sobre el peso (kg) de terneros Holstein [GTT (media±DE) - Control: 12.66 ± 0.349, el grupo I: 14.73 ± 0.414, el grupo II: 14.19±0.468, p<0.01; mdwg (media±DE) - Control: 0.338±0.0155, el grupo I: 0.396±0.0189, grupo II: 0.397 ± 0.0196, p<0.05]. Hubo una

diferencia significativa para TWG ($p < 0.01$) y mdwg ($p < 0.05$) entre el grupo control y ambos grupos de tratamiento CLNP. **Conclusiones.** Los resultados mostraron que la adición de los dos niveles de clinoptilolita a través del calostro mejoró TWG y MDWG en terneros recién nacidos sin tener ningún efecto adverso observable.

Palabras clave: Clinoptilolita, eficacia, peso, salud, terneros (*Source: CAB thesaurus*).

INTRODUCTION

Clinoptilolite (cnlp), a natural zeolite, possess absorption of suitable diametered molecules by losing and gaining water reversibly, and exchange their constituent cations without apparently changing their structure (namely; ion-exchange) (1,2). Within the development of physical and chemical properties of zeolites, they have been participated to animal nutrition within the last 50 years, mainly for improving animals' performance (2). Dietary addition of cnlp resulted in increased milk production (3). By addition of cnlp in colostrum, improvement within the transfer of IgG and reducing neonatal morbidity might be available (4,5).

One of the concerns that arise from their use as a feed additive is whether their short term supplementation in the animals' rations has any effect on their total weight gain. Those effects are not expected directly, since its particle size may not be absorbed from the gut (6). However it is possible to interfere with weight gain in relation to the property of zeolite having a role as an ammonium reservoir in the alimentary tract, permitting the animal more efficiently using ingested nitrogen (7), which all would be thoroughly discussed within the discussion section. Throughout the paper zeolite and cnlp would be merely used as synonyms, as cnlp is a natural zeolite.

Regarding cattle (mainly beef) industry weaning weight of calves is one of the important traits affecting net income. Calf weaning weight may be influenced by the genetic potential of the calf growth and the amount of milk received from the dam. There is an important correlation between milk yield and weight gain of calves to weaning, for different cattle breed (8). Weaning weight is one of the main traits in characterizing cattle. Hence it is important to identify major factors associated with weaning weight. There was little documented information as to the level of association between short term clinoptilolite administration and growth of calves to weaning for Holstein calves. Therefore the aim of this study was to evaluate the relation between short term supplementation at 2 different levels (1 g/kg or 2 g/kg) of cnlp within the colostrum of dairy calves and total weight gain/mean daily gain.

INTRODUCCIÓN

La clinoptilolita (cnlp), una zeolita natural, posee la absorción de moléculas de diámetro adecuado perdiendo y ganando agua de forma reversible, e intercambiando sus cationes constituyentes sin cambiar aparentemente su estructura (a saber, el intercambio iónico) (1,2). En el desarrollo de las propiedades físicas y químicas de las zeolitas, han participado en la nutrición animal en los últimos 50 años, principalmente para mejorar el rendimiento de los animales (2). La adición dietética de cnlp dio como resultado un aumento de la producción de leche (3). Mediante la adición de cnlp en el calostro, podría estar disponible mejoría dentro de la transferencia de IgG y reducción de la morbilidad neonatal (4,5).

Una de las preocupaciones que surgen de su uso como aditivo en la alimentación animal es si su suplementación a corto plazo en las raciones de los animales tiene algún efecto sobre su ganancia de peso total. Estos efectos no se esperan directamente, ya que su tamaño de partícula puede no ser absorbido por el intestino (6). Sin embargo, es posible interferir con el aumento de peso en relación con la propiedad de la zeolita que tiene un papel como depósito de amonio en el tracto alimentario, permitiendo al animal utilizar más eficientemente el nitrógeno ingerido (7), lo cual se discutirá a fondo en la sección de discusión. A lo largo de la zeolita de papel y cnlp se utilizarían simplemente como sinónimos, como cnlp es una zeolita natural.

En lo que respecta a la ganadería (principalmente carne bovina), el peso al destete de los terneros es uno de los rasgos importantes que afectan el ingreso neto. El peso de destete de los becerros puede estar influenciado por el potencial genético del crecimiento de la pantorrilla y la cantidad de leche recibida de la madre. Existe una correlación importante entre el rendimiento de la leche y el aumento de peso de los terneros al destete, para diferentes razas de ganado (8). El peso al destete es uno de los rasgos principales en la caracterización del ganado. Por lo tanto, es importante identificar los principales factores asociados con el destete de peso. Hubo poca información documentada sobre el nivel de asociación entre la administración de clinoptilolita a corto plazo y el crecimiento de terneros al destete

MATERIALS AND METHODS

Site of the study and animal population.

The study was conducted in a dairy herd with approximately 75-90 calves per year at Aydin municipality [Karahayit village; Latitude in decimal degrees : 37.783333, Longitude in decimal degrees: 28.016667, Latitude in degrees, minutes, and seconds : 37°47'00"N, Longitude in degrees, minutes, and seconds): 28°01'00"E], located at Aegean part of Turkey. The area has very well and warm geo-climatic conditions. This herd also consisted of 126 head purebred lactating Holstein cows and 57 heifers were totally confined in free-stall housing without access to pasture. To those of 49 Holstein calves, were kept in individual boxes. As the time of parturition approached by the local veterinary surgeon, the pregnant cows were moved to straw-bedded maternity pens. Following parturition, the umbilicus of each calf was treated traditionally with Povidone iodine. Afterwards the neonatal calf was weighed and transferred to an individual pen. Traditionally a total of 2.5 kg of dam's colostrum was fed via nipple bottle to all neonatal calves within the first 6 h of life, besides colostrum feeding was continued every 12 h for 2 days (7).

Grouping and classification of animals. Prior to study necessary ethical guidelines were taken into consideration, and a written owner consent was available for all calves involved. The owner of the farm was also a Veterinary surgeon, who was well informed and given all necessary data for enrollment into the groups. A total of 24 clinically healthy calves without diarrhea were assigned in a subset of three major groups of calves were studied:

Group I (n=8) received colostrum with clnp at the rate of 1 g/kg started immediately following calving at 12 and 24 hours, for a total of 2 doses.

Group II consisted of calves (n=8) receiving colostrum with clnp at the rate of 2 g/kg within the same interval as the first experimental group.

The last group, which served as control, received solely colostrum. Total weight at birth and thereafter daily weight gain following clinoptilolite administration was deemed on on a prior trial (7).

Calf weight was recorded at birth and daily until the end of the trial on week 6.

Clinoptilolite material. The clnp material used contained approximately 93% clinoptilolite (Nat min 9000®, Gordes Zeolit Madencilik, Turkey) with chemical formula $[(Na_{0.5} K_{2.5}) (Ca_{1.0} Mg_{0.5})$

para terneros Holstein. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre la suplementación a corto plazo en 2 niveles diferentes (1 g/kg o 2 g/kg) de clnp dentro del calostro de terneros lecheros y el aumento de peso total / ganancia diaria media.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio del estudio y población animal. El estudio se realizó en un rebaño lechero con aproximadamente 75-90 terneros por año en el municipio de Aydin [aldea de Karahayit; Latitud en grados decimales: 37.783333, Longitud en grados decimales: 28.016667, Latitud en grados, minutos y segundos: 37°47'00"N, Longitud en grados, minutos y segundos): 28°01'00"E], situado en la parte del Egeo de Turquía. El área tiene condiciones geo-climáticas muy buenas y cálidas. Este rebaño también constaba de 126 vacas Holstein lactantes y 57 vaquillas estaban totalmente confinados en la vivienda libre de establo sin acceso a los pastos. A los de 49 terneros Holstein, se mantuvieron en cajas individuales. A medida que se acercaba al parto, por sugerencias del veterinario las vacas preñadas fueron trasladadas a los pesebres de maternidad. Tras el parto, el ombligo de cada becerro fue tratado tradicionalmente con Povidona yodo. Posteriormente se pesó el becerro neonatal y se transfirió a una jaula individual. Tradicionalmente, un total de 2.5 kg de calostro de la vaca se alimentó a través de una botella de pezón a todos los terneros recién nacidos en las primeras 6 h de vida, además de la alimentación del calostro se continuó cada 12 h durante 2 días (7).

Agrupación y clasificación de animales. Antes de iniciar el estudio, las normas éticas necesarias se tuvieron en cuenta y un consentimiento por escrito del propietario. El propietario de la granja era un veterinario, que estaba bien informado y suministro todos los datos necesarios para la formación de los grupos. Un total de 24 terneros clínicamente sanos sin diarrea fueron asignados en un subconjunto de tres grupos principales de terneros fueron estudiado así:

El grupo I (n=8) recibió calostro con clnp a razón de 1 g/kg iniciado inmediatamente después del parto a las 12 y 24 horas, para un total de 2 dosis.

El grupo II consistió en terneros (n=8) que recibieron calostro con clnp a razón de 2 g/kg dentro del mismo intervalo que el primer grupo experimental.

El último grupo, que sirvió de control, recibió únicamente calostro. El peso total al nacer y posteriormente el aumento de peso diario

$(Al_6, Si_{30}) O_{72} \cdot 24 H_2O_2$], as was also used in a prior study involving the vast majority of the present authors (9).

Statistical analysis. Statistical analysis of the results was performed by use of SPSS 18.0 for Windows (SPSS, 2009). One way ANOVA was used for statistical analysis of data. The significance of the differences between groups for total weight gain, and mean daily gain was compared by Bonferroni t-test, as was also used in a prior trial (7).

RESULTS

Group had significant effect on weight (kg) of Holstein calves [twg (mean±SE)- control: 12.66±0.349, group I: 14.73±0.414, group II: 14.19±0.468, $p < 0.01$; mdwg (mean±SE)-control: 0.338±0.0155, group I: 0.396±0.0189, group II: 0.397±0.0196, $p < 0.05$]. There was a significant difference observed for twg ($p < 0.01$) and mdwg ($p < 0.05$) among control group and both clnp treatment groups. Different clnp (1 g/kg or 2 g/kg) levels did not differ significantly regarding body mass postpartum. Statistical significance of differences between groups were presented in table 1.

DISCUSSION

Weight gain in relation to zeolite additive might be briefly explained within the property of zeolite having a role as an ammonium reservoir in the alimentary tract. The latter may permit the animal more efficiently using ingested nitrogen (7). From another point of view, zeolite might improve the general health status of calves, and probably

después de la administración de clinoptilolita se consideró en un ensayo previo (7). El peso de los terneros se registró al nacer y diariamente hasta el final del ensayo en la semana 6.

Material de clinoptilolita. El material utilizado contenía aproximadamente 93% de clinoptilolita (Nat min 9000®, Gordes Zeolit Madencilik, Turquía) con fórmula química $[(Na_{0.5} K_{2.5}) (Ca_{1.0} Mg_{0.5}) (Al_6, Si_{30}) O_{72} \cdot 24 H_2O_2]$, como también se utilizó en un estudio previo que involucró a la gran mayoría de los autores presentes (9).

Análisis estadístico. El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante el uso de SPSS 18.0 para Windows (SPSS, 2009). Se utilizó ANOVA de una forma para el análisis estadístico de los datos. La significación de las diferencias entre los grupos para el aumento de peso total y la ganancia diaria media se comparó mediante la prueba t de Bonferroni, como también se usó en un ensayo previo (7).

RESULTADOS

Grupo tuvo un efecto significativo sobre el peso (kg) de terneros Holstein [GTT (media ± DE) - Control: 12.66±0.349, el grupo I: 14.73±0.414, el grupo II: 14.19±0.468, $p < 0.01$; mdwg (media ± DE) - Control: 0.338±0.0155, el grupo I: 0.396 ± 0.0189, grupo II: 0.397±0.0196, $p < 0.05$]. Hubo una diferencia significativa observada para TWG ($p < 0.01$) y mdwg ($p < 0.05$) entre el grupo control y ambos grupos de tratamiento CLNP. Niveles CLNP Diferente (1 g/kg o 2 g/kg) no difirieron significativamente con respecto posparto masa corporal. La significación estadística de las diferencias entre los grupos fueron presentados en la tabla 1.

DISCUSIÓN

El aumento de peso con relación al aditivo de zeolita podría explicarse brevemente dentro de la propiedad de la zeolita que tiene un papel como un depósito de amonio en el tracto alimentario. Este último puede permitir que el animal use más eficientemente el nitrógeno ingerido (7). Desde otro punto de vista, la zeolita podría mejorar el estado general de salud de los terneros, y probablemente estimular la resistencia a enfermedades (10). La zeolita (es decir, que contiene NH_4^+), tal como clnp, podría acelerar el crecimiento de bacterias afines del nitrógeno que contribuyen a la salud de los animales (7), como se ha mencionado anteriormente. Además, la zeolita podría absorber metales pesados dañinos o, alternativamente, regular el pH en el intestino, resultando en menos dolencias estomacales (7). Otro posible mecanismo relacionado con el

Table. 1 The mean values and standart errors of total performance among testing groups.

Parameters	Control n= 8	Group I n= 8	Group II n= 8	p value
Total weight gain (kg)	12.66 ^a ±0.349	14.73 ^b ±0.414	14.19 ^b ±0.468	**
Mean daily weight gain (kg)	0.338 ^a ±0.0155	0.396 ^b ±0.0189	0.397 ^b ±0.0196	*

*: ($p < 0.05$), **: ($p < 0.01$), a,b: Means with different superscripts in each line are different

Group I (n=8) received colostrum with clnp at the rate of 1/kg started immediately following calving at 12 and 24 hours, for a total of 2 doses. Group II consisted of calves (n=8) receiving colostrum with clnp at the rate of 2/kg within the same interval as the first experimental group. The last group, which served as control, received solely colostrum.

stimulate disease resistance (10). Zeolite (i.e. containing NH_4^+), such as clnp, might hasten growth of nitrogen loving bacteria contributing to the health of animals (7), as aforementioned above. Besides zeolite could take up harmful heavy metals, or alternatively might regulate pH in the gut, resulting in less stomach ailments (7). One other possible mechanism related to increased weight gain might possibly involves zeolite (clnp) supplementation accompany better milk protein digestion and higher amino acid absorption (7). These all may contribute to increased daily weight gain for calves, as in agreement with the purpose of the present study. Consequently in this study group had significant effect on weight (kg) of Holstein calves [twg (mean \pm SE)- control: 12.66 \pm 0.349, group I: 14.73 \pm 0.414, group II: 14.19 \pm 0.468, $p<0.01$; mdwg (mean \pm SE)- control: 0.338 \pm 0.0155, group I: 0.396 \pm 0.0189, group II: 0.397 \pm 0.0196, $p<0.05$]. There was a significant difference observed for twg ($p<0.01$) and mdwg ($p<0.05$) among control group and both clnp treatment groups, in which influenced weight.

The addition of zeolite at 2 different levels (1.2 or 3%) within the colostrum or milk for 15 days improved health status and disease resistance in calves (10). In the present study although clnp administration possessed a better weight gain, different clnp (1 or 2 g/kg) levels did not differ significantly regarding body mass postpartum. Zarcule et al (11) indicated that on 45 days of calving, body mass of calves receiving colostrum with 5 g/L (group I) and 20 g/L clnp, were higher in contrast to control group. However in that study on 90 days after parturition, there was no difference among body mass in groups. Furthermore Step et al (12) reported 0.5 or 2% clnp addition did not influence body mass or average daily gain among groups.

In a prior study on sheep, the influence of natural zeolite on the production of fattening lambs were investigated. That trial composed of two groups of lambs ($n=15$ in each) as the control and experimental groups. The test group of animals were given a mixture of zeolite fed from birth till their 14th day of life. Afterwards another rich zeolite compound was given beginning from their 15th day of life along with the feed mixture. The average weight of lambs at the end of the experiment, in accordance with the sequence of treatments in control:experimental groups was 24.40:26.94 kg, respectively ($p<0.01$). Daily weight gain of lambs, during the trial, was 229:256 g in control:experimental groups, respectively and in the experimental group there was a difference of 27g (11.79%) elevation ($p<0.01$) (13). The experimental

aumento de peso podría implicar posiblemente la suplementación de zeolita (clnp), acompañada de una mejor digestión de las proteínas de la leche y una mayor absorción de aminoácidos (7). Todos estos factores pueden contribuir a aumentar la ganancia diaria de peso de los terneros, de acuerdo con el propósito del presente estudio. Por lo tanto, en este grupo de estudio tuvo un efecto significativo sobre el peso (kg) de los terneros de Holstein [twg (media \pm SE) - control: 12.66 \pm 0.349, grupo I: 14.73 \pm 0.414, grupo II: 14.19 \pm 0.468, $p<0.01$; Mdwg (media \pm SE) - control: 0.338 \pm 0.0155, grupo I: 0.396 \pm 0.0189, grupo II: 0.397 \pm 0.0196, $p<0.05$]. Se observó una diferencia significativa entre $p<0.01$ y mdwg ($p<0.05$) entre el grupo control y ambos grupos de tratamiento clnp, en los que influyó el peso.

La adición de zeolita a 2 niveles diferentes (1.2 o 3%) dentro del calostro o leche durante 15 días mejoró el estado de salud y la resistencia a la enfermedad en terneros (10). En el presente estudio, aunque la administración de clnp tuvo un mejor aumento de peso, diferentes niveles de clnp (1 o 2 g/kg) no difirieron significativamente con respecto a la ganancia corporal postparto. Zarcule et al (11) indicaron que a los 45 días de parto, la masa corporal de los terneros que recibían calostro con 5 g/l (grupo I) y 20 g/l de clnp, eran mayores en contraste con el grupo control. Sin embargo, en ese estudio a los 90 días después del parto, no hubo diferencia entre la masa corporal en los grupos. Además, Step et al (12) informaron que la adición de clnp al 0.5 o 2% no influyó en la masa corporal ni en la ganancia diaria promedio entre los grupos.

En un estudio previo sobre ovejas, se investigó la influencia de la zeolita natural en la producción de corderos de engorde. Ese ensayo se compuso de dos grupos de corderos ($n=15$ en cada uno) como los grupos control y experimental. Al grupo de animales de ensayo se les administró una mezcla de zeolita alimentada desde el nacimiento hasta su 14º día de vida. Después se dio otro compuesto de zeolita rica a partir de su décimo quinto día de vida junto con la mezcla de alimentación. El peso promedio de los corderos al final del experimento, de acuerdo con la secuencia de tratamientos en control: los grupos experimentales fue de 24,40: 26,94 kg, respectivamente ($p<0.01$). La ganancia diaria de peso de los corderos, durante el ensayo, fue de 229: 256 g en el control: los grupos experimentales, respectivamente y en el grupo experimental hubo una diferencia de 27g (11.79%) elevación ($p<0.01$) (13). El grupo experimental de corderos presentó una mejor utilización de proteínas, materia seca y energía (13). Como también se ha mencionado anteriormente, esto podría ser el caso del presente

group of lambs presented a better utilization of protein, dry matter and energy (13). As was also aforementioned above this might be the case for the present study, in which milk protein might be better utilized by clnp administration.

The role of zeolite or clnp for retaining ions such as ammonium has to be briefly discussed. Zeolites appear to have a role as a buffer within the cow's digestive system, via storage of nitrogen as ammonium and gradual release by ion exchange through potassium and sodium. Therefore cows receive major benefit from the same quantity of ration (14) In addition rumen ammonia was decreased via zeolite addition (15). However this was not the condition in the present study. Retention of ammonium is not an important factor because the newborn calf (involved also in this study) works digestively as a monogastric animal. Thus the ruminal microflora has no ammonia to be used because it has not been developed.

In conclusion short term supplementation of clnp in colostrum could significantly affected twg and mdwg in neonatal dairy calves. Since our results were in accordance or in contrast to some of limited studies aforementioned above, it seems further investigations elucidating effects of clnp with varying amounts and duration of supplementation on weight gain might be useful.

Acknowledgment

This study was summarized partially from a national Project and was funded by Adnan Menderes University Research Projects Funding Unit (ADU BAP) with project number BOMYO-14001.

estudio, en el que la proteína de la leche podría ser mejor utilizada por la administración de clnp.

El papel de la zeolita o clnp para retener iones tales como el amonio tiene que ser discutido brevemente. Las zeolitas parecen tener un papel como un amortiguador en el sistema digestivo de la vaca, vía el almacenamiento del nitrógeno como amonio y la liberación gradual por intercambio iónico a través del potasio y del sodio. Por lo tanto, las vacas reciben un beneficio mayor de la misma cantidad de ración (14). Además, el amoniaco ruminal disminuyó a través de la adición de zeolita (15). Sin embargo, esta no fue la condición en el presente estudio. La retención de amonio no es un factor importante porque el ternero recién nacido (involucrado también en este estudio) trabaja digestivamente como un animal monogástrico. Por lo tanto, la microflora ruminal no tiene amoniaco para ser utilizado porque no ha sido desarrollado.

En conclusión, la suplementación a corto plazo de clnp en el calostro podría afectar significativamente twg y mdwg en terneros lecheros neonatales. Dado que nuestros resultados estaban de acuerdo o en contraste con algunos de los estudios limitados anteriormente mencionados, parece que las investigaciones adicionales que elucidar los efectos de clnp con cantidades variables y la duración de la suplementación en el aumento de peso podría ser útil.

Agradecimientos

Este estudio se resumió parcialmente en un proyecto nacional y fue financiado por la Unidad de Financiación de Proyectos de Investigación de la Universidad Adnan Menderes (ADU BAP) con el número de proyecto BOMYO-14001.

REFERENCES

1. Papaioannou D, Katsoulos PD, Panousis N, Karatzias H. The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or the treatment of certain farm animal diseases: a review. *Micropor Mesopor Mater* 2005; 84:161-170.
2. Pourliotis K, Karatzias MA., Florou-Paneri P, Katsoulos PD, Karatzias H. Effects of dietary inclusion of clinoptilolite in colostrum and milk of dairy calves on absorption of antibodies against *Escherichia coli* and the incidence of diarrhea. *AniM Feed Sci Tech* 2012; 172:136-140.
3. Ural DA. Efficacy of clinoptilolite supplementation on milk yield and somatic cell count *Rev MVZ Cordoba* 2014; 19(3):4242-4248.
4. Fratric N, Stojic V, Rajcic S, Radojicic B. The effect of mineral adsorbent in calf diet colostrum on the levels of serum immunoglobulin G, protein and glucose. *Acta Vet Yugoslavia* 2007; 57(2-3):169-180.

5. Gvozdic D, Stojic V, Nataliya F, Olivera P, Jovanovic I, Kirovski D et al. Efficiency of immunoglobulin absorption in newborn calves receiving oral clinoptilolite treatment. *Lucr St Med Vet* 2007; 40:234-242.
6. Katsoulos PD, Roubies N, Panousis N, Christaki E, Karatzanos P, Karatzias H. Effects of long term feeding dairy cows on a diet supplemented with clinoptilolite on certain haematological parameters. *Vet Med Praha* 2005; 50(10):427.
7. Mohri M, Seifi HA, Daraei F. Effects of short-term supplementation of clinoptilolite in colostrum and milk on the concentration of some serum minerals in neonatal dairy calves. *Biol Trace Elem Res* 2008; 123(1-3):116-123.
8. Mummed YY. Correlation between milk suckled and growth of calves of ogaden cattle at one, three and six months of age, east Ethiopia. *Springer Plus* 2013; 2(1):1-5.
9. Ural DA, Cengiz O, Ural K, Ozaydin S. Dietary clinoptilolite addition as a factor for the improvement of milk yield in dairy cows. *J Anim Vet Adv* 2013; 12(2):140-145.
10. Petkova E, Venkov T, Stanchev K. Effects of Bulgarian potassium-calcium zeolites on the assimilation of macro and trace elements in lambs. *Vet Med Nauki* 1983; 20:36-40.
11. Zarcula S, Tulcan C, Samanc H, Kirovski D, Cernescu H, Mircu C. Clinical Observations In Calves Fed Colostrum Supplemented With Clinoptilolite. *Luc Sti Med Vet* 2010; 68(2):64-69.
12. Step DS, Litherland NB, Burciaga-Roble O, Breshears M, Krehbiel CR, Confer AW et al. Clinical observations, biochemical data and postmortem and histopathologic findings in young dairy calves fed zeolite clinoptilolite binder combined with milk replacer. *Am J Vet Res* 2008; 69:1587-1594
13. Stojković J, Ilić Z, Ćirić S, Ristanović B, Petrović MP, Petrović VC, Kurčubić V. Efficiency of zeolite basis preparation in fattening lambs diet. *Biotech Anim Husb* 2012; 28 (3):545-552.
14. Loughbrough R. Minerals for Animal Feed, in a Stable Market. *Industrial Minerals* 1993: 19-33.
15. Pond WG, Mumpton FA. (eds) *Zeo-Agriculture: Use of Natural Zeolite in Agriculture and Aquaculture*, Westview press; Boulder, Colorado: 1984.