APPLICATION OF SEDIMENTARY ZEOLITE IN DAIRY CATTLE BREEDING
ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕОЛИТА ОСАДОЧНОГО ТИПА В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ

**Lyubin N.A., Dezhatkina S.V.*, Akhmetova V.V., Muchitov A.A.,
Dezhatkin I.M., Zyalalov S.R.**

**Любин Н.А., Дежаткина С.В., Ахметова В.В., Мучитов А.А.,
Дежаткин И.М., Зялалов Ш.Р.**

Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Ulyanovsk, Russia

**Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина,
Ульяновск, Россия**

***E-mail: dsw1710@yandex.ru**

ABSTRACT

The study is aimed at studying the feasibility of using natural zeolites of sedimentary type as a feed additive to dairy cows. It was found that the inclusion of sedimentary zeolite in the diet of dairy cows improves the physiological and biochemical state of their body, increases metabolic processes, increases milk productivity by 12,9% ensures the production of environmentally friendly high-quality milk.

АННОТАЦИЯ

Исследование направлено на изучение целесообразности применения природных цеолитов осадочного типа в качестве кормовой добавки молочным коровам. Установлено, что включение в рацион молочных коров цеолита осадочного типа улучшает физиолого-биохимический статус их организма, усиливает обменные процессы, повышает молочную продуктивность на 12,9%, обеспечивает получение экологически чистого высококачественного молока.

KEY WORDS

Feed additive, cow, zeolite, milk, metabolism.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Кормовая добавка, корова, цеолит, молоко, обмен веществ.

INTRODUCTION

Many scientists recognize the entry of mankind into the zeolite age [Akhmetova et al, 2015; Dezhatkina et al, 2015]. More than two centuries ago, people noticed that wild animals and birds find and eat zeolites in the spring when the nutrient reserves are depleted, after the disease, carrying offspring, during the rut period [Dezhatkina and Dezhatkin, 2016; Dezhatkina 2005]. And today, in the period of intensive technogenesis, when there is an accumulation of heavy metals, allergens, toxins, harmful gases and radionuclides in products, feed, drinking water and the body of animals and humans, natural zeolites find their numerous applications [Shlenkina et al, 2016; Lyubin N.A et al, 2015]. Natural zeolites contain all the mineral elements necessary for life, consist of aqueous aluminosilicates with a tetrahedron structure, the cavities of which are occupied by cations and water molecules [Dezhatkina et al, 2016; Lyubin N.A et al, 2015]. These minerals can be of both volcanic and sedimentary origin, their composition and properties are significantly different. In Russia there are up to 40 types of zeolites (clinoptilolite, mordenite, heulandite, etc.), opened more than 100 fields. The largest provinces of volcanic zeolite are the far East and Siberia, the Ural and Orel regions, where the level of zeolite in the rock reaches 55...95%. But, in recent years, the attention of scientists is more focused on the European part of Russia, rich in sedimentary zeolites (Tatarstan, Samara and Ulyanovsk region, etc.) [Lyubin N.A et al, 2016; Shlenkina et al, 2013] (Table 1).

The purpose of the study – to provide justification for the use of zeolite as an additive in the diet of dairy cows. For the test we used zeolite deposits of the Ulyanovsk region with a content of clinoptilolite 18...22%.

Table 1 – Chemical composition of zeolite-containing rocks of RF deposits, %

Indicator	Chemical composition of zeolite-containing rocks, %		
	Tatar-Shatrashanskoe (Republic of Tatarstan)	Yushanskoe (Ulyanovsk region)	Holinskoe (Buryatia)
Zeolite (clinoptilolite)	19...21	18...22	65...95
SiO ₂	57,33±1,65	56,35±2,90	66,2-78,3
Al ₂ O ₃	6,60±0,16	5,44±0,33	12,9-13,2
Fe ₂ O ₃	1,80±0,02	2,37±0,13	0,8-1,2
CaO	13,85±1,74	15,21±1,21	1,8-2,4
MgO	2,04±0,04	1,30±0,09	0,72
TiO ₂	0,31±0,04	0,31±0,04	0,19
K ₂ O	1,66±0,24	1,26±0,09	4,0-4,8
Na ₂ O	0,25±0,02	0,15±0,02	1,8-2,2
Toxic elements, n*10 ⁻³			
Pb	0,9	1,1	1,0
As	1,1	2,5	0,03
F	63	31	60
Cd	0,14	<0,1	<0,1
Hg	0,006	0,006	0,004

In the mineral composition of this rock also includes impurities: opal-cristobalite, calcite, clay, hydrology and quartz (Figure 1).

Figure 1 – Mineral composition of zeolite deposits of Ulyanovsk region of Russia

Total cation exchange capacity is 93 mg-EQ/100 g, calcium plays a significant role in metabolism up to 88%. The ion exchange capacity is 0,32 mg/EQ/g and includes up to 40 mineral elements. Unlike volcanic zeolite rocks, the microelement composition of sedimentary zeolite has a low content of beryllium, lead, gallium, copper, zirconium, strontium, barium, yttrium, ytterbium, tin, arsenic and is characterized by high levels of vanadium, nickel, lithium, manganese, boron and chromium. The level of toxic elements is within the norm, as is the concentration of radionuclides of thorium, radium (uranium), potassium - 40 and is 113...193,5 Bq/kg [Frolova et al, 1999; Lyubin N.A et al, 2016; Nikitina and Dezhatkina, 2017].

MATERIALS AND METHODS OF RESEARCH

At the beginning of the experiment, we analyzed the economic diets of cows, and found that in comparison with the existing norms of feeding there was a shortage of mineral elements. In winter, the diet of dairy cows revealed a lack of mineral content: Ca-7,18%, P-15,99%, Mg-46,67%, Fe-27,89%, Cu-64,88%, Zn-8,87%, Co less than 3,65 times, I less than 3,55 times. And in the summer, the diet of these cows was poor in trace elements: Cu-

76,73%, Zn-124,20%, Mn-18,21% and I less than 3,55 times. The objects of the study were selected Holstein cows, which were kept in the same conditions. Cows were formed into two groups according to the method of analogues, 1-st-control (200 heads), 2-nd-experience (100 heads). Production check began with the first day of lactation and continued until the next. For physiological experience in each group there were 5 cows 4... 5 years of age, live weight 510... 598 kg, annual milk yield for lactation - 5274... 5982 kg. Control animals received a diet without additives, the experimental group received an additive of 2% zeolite from its dry matter diet. Research of indicators was carried out in modern laboratories, using hematological and biochemical analyzer, spectrophotometer. Milk recording conducted on a daily basis.

RESULTS AND DISCUSSION

Biochemical studies have shown that when included in the diet of dairy cows zeolite in their blood increased (within the physiological norm) the level of total protein, glucose, acetic acid, phospholipids, triglycerides. These changes occurred against the background of a decrease in their blood concentrations of urea, residual nitrogen and ketone bodies. The most pronounced dynamics was established in the first phase of lactation and in the dry period of cows. There was an increase in the total protein content in the liver of cows and in milk protein by 9,2...24,0%, milk sugar by 17,2...18,9%. It is proved that under the influence of natural zeolite there is an increase in the concentration of calcium, magnesium, iron, zinc, manganese and copper in milk, and the level of heavy metals (cadmium, lead and mercury) is significantly reduced.

Under the influence of zeolite in the blood of cows increased the number of red blood cells by 17,43% ($P<0,05$), hemoglobin - by 19,01% ($P<0,05$), white blood cells - by 21,5% ($P<0,02$), indicating an increase in respiratory function (table 2).

Table 2 – Indicators of blood of cows during the addition of zeolite sedimenary type

Indicator, unit.	1 group (control)	2 group (MR+ marl)
In blood		
Erythrocyte, $\cdot 10^{12}/l$	$4,59 \pm 0,09$	$5,39 \pm 0,27^*$
Hemoglobin, g/l	$101,67 \pm 4,41$	$121,00 \pm 4,58^*$
Hematocrit, %	$30,00 \pm 1,53$	$31,00 \pm 0,58$
Leukocyte, $\cdot 10^9/l$	$5,35 \pm 0,22$	$6,50 \pm 0,23^*$
Total protein, g/l	$74,77 \pm 2,39$	$81,83 \pm 0,13^*$
Albumins, g/l	$19,60 \pm 1,87$	$26,90 \pm 1,19^*$
In liver		
Total protein, g/l	$134,00 \pm 1,53$	$141,00 \pm 3,79$

Note: * - ($p<0,05$) compared with the indicator in the control.

The concentration of total protein in the blood of cows increased by 9,44% ($P<0,05$) and in the liver - by 5,22%, the level of albumins increased by 37,24% ($P<0,05$), which indicates an increase in the absorption of feed nutrients and increased protein metabolism. The revealed increase of activity of enzymes in blood and liver of cows (AST - by 25,7% and ALT - by 19,35%, LDG - of 8,73%). An increase in the concentration of mineral elements in the tissues of the body of cows was found, so in the blood Ca content increased by 42,15% ($P<0,01$), P - by 9,16%, Mg - by 29,41%.

When changing the summer diet to winter, there was a relative decrease in the level of milk productivity, both in the experiment and in the group of analogues, while the average daily yield was in the range of 17,0...17,79 kg. The addition of zeolite to the diet of cows provided an increase in the average daily milk yield by 5,5...11,03%, to 17,91...18,94 kg compared to analogues. The inclusion in the diet of the zeolite in a dose of 2% of the dry matter is economically justified by the event increased gross milk yield to 4425,43 TS by

reducing the cost of feed by 11,58%. The average daily milk yield per 1 dairy cow increased by 2,15 kg or 12,9% and amounted to 18,82 kg against 16,67 kg in the control.

CONCLUSION

The mechanism of action of sedimentary zeolite is due to the following processes: activation of enzymes of the gastrointestinal tract, increased absorption of nitrogen, vitamins and macro-and microelements; regulation of the composition and level of electrolytes, binding and excretion of toxins, harmful gases of heavy metals and radionuclides. It is advisable to use sedimentary zeolite deposits of the Ulyanovsk region as a mineral Supplement to the diet of productive animals (cows) at a dose of 2% of the dry matter diet to improve their productivity, metabolism, improve their general condition and health.

ВВЕДЕНИЕ

Многие учёные признают вступление человечества в цеолитовый век [1-2]. Более двух веков назад люди заметили, что дикие животные и птицы весной при истощении запасов питательных веществ, после болезни, вынашивания потомства, в период гона находят и поедают цеолиты [3-4]. И сегодня, в период интенсивного техногенеза, когда происходит накопление в продукции, кормах, питьевой воде и организме животных и человека тяжелых металлов, аллергенов, токсинов, вредных газов и радионуклидов, природные цеолиты находят своё многочисленное применение [5-6]. Природные цеолиты содержат все необходимые для жизни минеральные элементы, состоят из водных алюмосиликатов со структурой тетраэдра, полости которого, заняты катионами и молекулами воды [7-8]. Эти минералы могут быть как вулканического, так и осадочного происхождения, по своему составу и свойствам значительно отличаются. В России известно до 40 видов цеолитов (клиноптилолит, морденит, гейландит и др.), открыто более 100 месторождений.

Крупнейшими провинциями цеолита вулканического типа являются Дальний Восток и Сибирь, Уральский и Орловский регионы, где уровень цеолита в породе достигает до 55...95%. Но, в последние годы внимание учёных больше обращено на Европейскую часть РФ, богатую цеолитами осадочного типа (Татарстан, Самарская и Ульяновская область и др.) [9- 10] (таблица 1).

Цель исследования – дать обоснование к использованию цеолита в качестве добавки в рацион молочных коров. Для испытания мы использовали цеолит месторождения Ульяновской области с содержанием клиноптилолита 18...22%. В минеральный состав этой породы входят также примеси: опал-кристобалит, кальцит, глины, гидрослюда и кварц.

Таблица 1 – Химический состав цеолитсодержащих пород месторождений РФ, %

Показатель	Химический состав цеолитсодержащих пород, %		
	Татарско-Шатрашанское (р. Татарстан)	Юшанское (Ульяновская обл.)	Холинское (Бурятия)
Цеолит (клиноптилолит)	19...21	18...22	65...95
SiO ₂	57,33±1,65	56,35±2,90	66,2-78,3
Al ₂ O ₃	6,60±0,16	5,44±0,33	12,9-13,2
Fe ₂ O ₃	1,80±0,02	2,37±0,13	0,8-1,2
CaO	13,85±1,74	15,21±1,21	1,8-2,4
MgO	2,04±0,04	1,30±0,09	0,72
TiO ₂	0,31±0,04	0,31±0,04	0,19
K ₂ O	1,66±0,24	1,26±0,09	4,0-4,8
Na ₂ O	0,25±0,02	0,15±0,02	1,8-2,2
Токсические элементы, n*10 ⁻³			
Pb	0,9	1,1	1,0
As	1,1	2,5	0,03
F	63	31	60
Cd	0,14	<0,1	<0,1
Hg	0,006	0,006	0,004

Рисунок 1 – Минеральный состав цеолита месторождения Ульяновской области России

Суммарная катионообменная способность равна 93 мг-экв/100 г, значительная роль в обмене принадлежит кальцию до 88%. Ионообменная ёмкость составляет 0,32 мг/экв/г, включает до 40 минеральных элементов. В отличие от вулканических цеолитовых пород микроэлементный состав цеолита осадочного типа, имеет невысокое содержание бериллия, свинца, галлия, меди, циркония, стронция, бария, иттрия, иттербия, олова, мышьяка и характеризуется повышенным уровнем ванадия, никеля, лития, марганца, бора и хрома. Уровень токсических элементов находится в рамках нормы, как и концентрация радионуклидов тория, радия (урана), калия - 40 и составляет 113...193,5 Бк/кг [11- 13].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В начале опыта мы провели анализ хозяйственных рационов коров, и выяснили, что в сравнении с существующими нормами кормления наблюдался дефицит минеральных элементов. В зимний период в рационе молочных коров выявлен недостаток по содержанию минеральных веществ: Ca - 7,18%, P - 15,99%, Mg - 46,67%, Fe - 27,89%, Cu - 64,88%, Zn - 8,87%, Co меньше в 3,65 раза, I меньше в 3,55 раза. А в летний период рацион этих коров был беден по микроэлементам: Cu - 76,73%, Zn - 124,20%, Mn - 18,21% и I меньше в 3,55 раза. Объектом исследования были выбраны коровы голштинской породы, которые содержались в одинаковых условиях. Коров формировали в две группы по методу аналогов, 1-я - контроль (200 голов), 2-я – опыт (100 голов). Производственную проверку начинали с первого дня лактации и продолжали до начала следующей. Для физиологического опыта в каждой группе было по 5 коров 4...5 летнего возраста, живой массой 510...598 кг, годовой удой за лактацию - 5274...5982 кг. Контрольные животные получали рацион без добавок, опытная группа получала добавку 2% цеолита от его сухого вещества рациона. Исследование показателей проводили в современных лабораториях, используя гематологический и биохимический анализатор, спектрофотометр; учёт молока вели ежедневно.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Биохимические исследования показали, что при включении в рацион молочных коров цеолита в их крови повысился (в пределах физиологической нормы) уровень общего белка, глюкозы, уксусной кислоты, фосфолипидов, триглицеридов. Эти изменения происходили на фоне снижения в их крови концентрации мочевины, остаточного азота и кетоновых тел. Наиболее выраженная динамика установлена в первую фазу лактации и в сухостойный период коров. Выявлено увеличение содержания общего белка в печени коров и в молоке - белка на 9,2...24,0%, молочного сахара на 17,2...18,9%. Доказано, что под влиянием природного цеолита происходит

повышение в молоке концентрации кальция, магния, железа, цинка, марганца и меди, а уровень тяжелых металлов (кадмия, свинца и ртути) заметно снижается.

Под влиянием цеолита в крови коров повысилось количество эритроцитов на 17,43% ($P<0,05$), гемоглобина - на 19,01% ($P<0,05$), лейкоцитов - на 21,5% ($P<0,02$), что указывает на повышение дыхательной функции крови (таблица 2). Возросла концентрация общего белка в крови коров на 9,44% ($P<0,05$) и в печени - на 5,22%, увеличился уровень альбуминов на 37,24% ($P<0,05$), что говорит о повышении усвоения питательных веществ корма и усиление белкового обмена. Выявлено увеличение активности ферментов в крови и печени коров (АСТ - на 25,7% и АЛТ - на 19,35%, ХЭ - на 10,2...18,6%, ЛДГ - на 8,73%). Установлено повышение концентрации минеральных элементов в тканях организма коров, так в крови возросло содержание Са на 42,15% ($P<0,01$), Р - на 9,16%, Mg - на 29,41%.

Таблица 2 – Показатели крови коров при добавлении цеолита осадочного типа

Показатель, ед.	1 группа (контроль)	2 группа (ОР+ мергель)
в крови		
Эритроциты, $\ast 10^{12}/л$	$4,59 \pm 0,09$	$5,39 \pm 0,27^*$
Гемоглобин, г/л	$101,67 \pm 4,41$	$121,00 \pm 4,58^*$
Гематокрит, %	$30,00 \pm 1,53$	$31,00 \pm 0,58$
Лейкоциты, $\ast 10^9/л$	$5,35 \pm 0,22$	$6,50 \pm 0,23^*$
Общий белок, г/л	$74,77 \pm 2,39$	$81,83 \pm 0,13^*$
Альбумины, г/л	$19,60 \pm 1,87$	$26,90 \pm 1,19^*$
в печени		
Общий белок, г/л	$134,00 \pm 1,53$	$141,00 \pm 3,79$

Примечание: * - ($p<0,05$) по сравнению с показателем в контроле.

При смене летнего рациона на зимний наблюдалось относительное снижение уровня молочной продуктивности, как в опыте, так и в группе аналогов, при этом среднесуточный удой находился в пределах 17,10...17,79 кг. Добавление цеолита к рациону коров обеспечило повышение среднесуточного надоя молока на 5,5...11,03%, до 17,91...18,94 кг по сравнению с аналогами. Включение в рацион цеолита в дозе 2% от сухого вещества является экономически обоснованным мероприятием - вырос валовой надой молока до 4425,43 ц при снижении затраты корма на 11,58%. Среднесуточный удой на 1 дойную корову увеличился на 2,15 кг или на 12,9% и составил 18,82 кг против 16,67 кг в контроле.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Механизм действия цеолита осадочного типа обусловлен следующими процессами: активизацией ферментов желудочно-кишечного тракта, повышением усвоения азота, витаминов и макро- и микроэлементов; регулированием состава и уровня электролитов, связыванием и выведением из организма токсинов, вредных газов тяжелых металлов и радионуклидов. Целесообразно использовать цеолит осадочного типа месторождения Ульяновской области в качестве минеральной добавки к рациону продуктивных животных (коров) в дозе 2% от сухого вещества рациона для повышения их продуктивности, обмена веществ, улучшения их общего состояния и здоровья.

REFERENCES (БИБЛИОГРАФИЯ)

1. Akhmetova, V.V., Dezhatkina, S.V. and Dezhatkin, M.E. 2015. Use of a complex additive on the basis of natural sorbents in the feeding of calves. Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2: 52-56.

2. Dezhatkina, S.V., Lyubin, N.A. and Dezhatkin, M.E. 2015. Dynamics of mineral elements in the tissues of cows when included in their diet of zeolite raw materials. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2: 52-56.
3. Dezhatkina, S.V. and Dezhatkin, M.E. 2016. Optimization of dairy cows ' rations by natural marl. *Actualscience*. 2(1): 35-46.
4. Dezhatkina, S.V. 2005. The use of natural zeolites for preventive purposes, to improve the health of animals and the functional state of their liver. *Modern development of agriculture: regional experience, problems, prospects*. All-Russian scientific-practical conference. Ulyanovsk. 1: 270-274.
5. Shlenkina, T.M., Lyubin, N.A. and Dezhatkina, S.V. 2016. Morphometry of bones of young pigs when feeding unconventional mineral feedings. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 1 (33): 139-142.
6. Lyubin, N.A., Loginov, G.P. and Akhmetova, V.V. 2015. The influence of zeolite-containing marl on the intensity of nitrogen, carbohydrate and lipid metabolism in highly productive cows. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2: 69-73.
7. Dezhatkina, S.V., Goryacheva, E.A., Kozlov, V.V. and Dezhatkin, M.E. 2016. Enrichment of dairy cows diet with natural zeolite. *Scientific and methodical electronic journal "Concept"*. 11: 2661-2665.
8. Lyubin N.A., Dezhatkina S.V., Akhmetova V.V., Vasina S.V. and Shlenkina T.M. 2015. Zeolite-containing marl in feeding of farm animals and poultry: Catalogue of scientific developments and innovative projects. Ulyanovsk.
9. Lyubin, N.A., Dezhatkina, S.V., Akhmetova, V.V., Vasina, S.V., Shlenkina, T.M. and Dezhatkin, M.E. 2016. The use of marl, Siuch-Ushanskogo field in the diet of animals. Ulyanovsk.
10. Shlenkina, T.M., Stetsenko, I.I. and Lyubin, N.A. 2013. Features of age-related changes in the mineral profile of blood under the influence of various additives. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 3: 72-79.
11. Frolova, S.V., Lyubin, N.A. and Gening, T.P. 1999. Physiological and biochemical aspects of the use of natural resources of nutrients in animal husbandry. Activity of enzymes in the liver of cows when feeding zeolite-containing silica marl: Collection of scientific works. Ulyanovsk. 2: 58- 65.
12. Lyubin, N.A., Akhmetova, V.V. and Dezhatkin, M.E. 2016. Dynamics of indicators of blood of young pigs when using zeolite-based feedings. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2: 92-95.
13. Nikitina, I.A. and Dezhatkina, S.V. 2017. The effect of zeosil on the blood composition of cows. *International scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists: Innovative activity in modernization of agroindustrial complex*. Ulyanovsk. 1: 89-92.