

УДК 636.085.8

## ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛАУКОНИТА В КАЧЕСТВЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

*Филиппова О.Б., доктор биологических наук  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
использования техники и нефтепродуктов в сельском  
хозяйстве», г. Тамбов,  
e-mail: filippova175@yandex.ru*

**Ключевые слова:** *алюмосиликат, глауконит, сорбция, металлы, аммиак.*

*Показаны результаты изучения сорбционных свойств природного алюмосиликата – глауконита Бондарского месторождения. Исследования проведены на модельных растворах в условиях, имитирующих физиологическую среду организма животных (in vitro). Эксперименты показали, что минерал может использоваться в качестве кормовой добавки – энтеросорбента для животных при его регулярном применении без опасения снижения биодоступности питательных веществ.*

**Введение.** Большую роль в природе и хозяйственной деятельности имеют алюмосиликаты, состоящие из кремния, алюминия, кислорода и металлов [5-7]. В частности, глауконит – сложный калийсодержащий водный алюмосиликат, минерал из группы гидрослюд подкласса слоистых силикатов. Химический состав глауконита меняется по месторождениям в широких пределах. Отличительная особенность Бондарского глауконита заключается в его составе (%):  $\text{SiO}_2$  (47,0-53,0),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (4,0-22,0),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (5,0-12,0),  $\text{K}_2\text{O}$  (2,0-9,0),  $\text{FeO}$  (2,0-4,0),  $\text{MgO}$  (0,7-4,4),  $\text{MnO}$  (0,03-4,40),  $\text{CaO}$  (0-0,8),  $\text{Na}_2\text{O}$  (0-0,5),  $\text{TiO}_2$  (0,05-0,40),  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0,04-0,26). Глауконит Бондарского месторождения обладает высокими адсорбционными и катионообменными свойствами (удельная поверхность – 40-100 м<sup>2</sup>/г, обменная ёмкость – 15-20 мг-экв на 100 г породы) [1]. Сорбционные свойства глауконита Бондарского месторождения изучались в экспериментах, посвящённых возможности умягчения питьевой и питательной воды котлов высокого давления [2, 3]. Согласно проведенным исследованиям концентрат глауконита может использоваться в качестве сорбента при очистке воды и доведения ее жёсткости до уровня, соответствующего нормативным требованиям. обстоятельно изучены сорбционные свойства глауконита на растворах различного

анионно-катионного состава [1-4]. Установлено, что глауконит с высокой эффективностью сорбирует ионы  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$  (94-96 %), снижение жёсткости (ионы Ca и Mg) имеет место лишь на 40 % [4].

Цель исследования заключалась в экспериментальном обосновании использования глауконита Бондарского месторождения в качестве кормовой добавки – энтеросорбента для крупного рогатого скота.

**Материалы и методы исследований.** Для исследований был использован концентрат (50 и 95 %) глауконита Бондарского месторождения Тамбовской области (ТУ-2164-002-03029859-2008). Производитель – ООО «Технопарк», Тамбовская область. Были изучены сорбционные свойства глауконита в исследованиях *in vitro* на модельных растворах. При изучении сорбционных свойств минерала в условиях, имитирующих физиологическую среду организма животных (*in vitro*), модельным раствором послужила рубцовая жидкость коров.

Определение металлов в модельных растворах проводили методом комплексонометрического титрования раствором трилона Б в присутствии эриохрома чёрного Т.

Определение сорбционной активности концентрата глауконита проводили с помощью красителя метиленового синего по ГОСТ 4192-82. Краситель имитирует молекулярные токсиканты, поэтому используется в качестве маркера для исследования энтеросорбентов (угли активированные, лигнины и пр.). Небольшая молекулярная масса (319,86 г/моль) красителя проникает в поры разного размера и достаточно полно характеризует объем адсорбционного пространства. Концентрацию (титр) метиленового синего определяли по объёму ( $\text{см}^3$ ) обесцвечивающего раствора. Методика определения:

1. Для приготовления стандартного раствора (1) 0,5 г метиленового синего растворяли в дистиллированной воде и доводили до объёма  $250 \text{ см}^3$ .

2. Для приготовления раствора сравнения (2)  $2,0 \text{ см}^3$  стандартного раствора (1) доводили водой до объёма  $250 \text{ см}^3$ .

3. Проведение контрольного исследования: 0,5 г исследуемого образца помещали в коническую колбу (объём  $100 \text{ см}^3$ ), смешивали с  $20 \text{ см}^3$  стандартного раствора (1) и встряхивали на механической мешалке в течение 1 часа. Полученный раствор фильтровали, отбрасывая первые  $10 \text{ см}^3$  фильтрата. Затем  $2,0 \text{ см}^3$  полученного фильтрата доводили дистиллированной водой до объёма  $250,0 \text{ см}^3$  – испытуемый раствор (3).

4. Измеряли оптическую плотность испытуемого раствора при длине волны 670 нм, используя в качестве компенсационной жидкости дистиллированную воду. Параллельно измеряли оптическую плотность

раствора сравнения (2) метиленового синего. Адсорбционную активность  $X$  в мг от метиленового синего на 1 г рассчитывали по формуле:

$$X = \left(1 - \frac{A_1}{A_0}\right) \cdot \frac{\alpha \cdot 80}{m_1} \cdot \frac{100}{100 - H}$$

где  $A_1$  – оптическая плотность испытуемого раствора (3);

$A_0$  – оптическая плотность раствора сравнения (2) метиленового синего;

$\alpha$  – масса навески красителя, использованная для приготовления стандартного раствора (1), г;

$m_1$  – масса навески исследуемого образца, использованная для анализа, г;

$H$  – потеря в массе при высушивании, %.

Для сравнения был использован активированный уголь. Различия между изучаемыми показателями рассматривались как статистически значимые, начиная с уровня вероятности ошибки  $p \leq 0,05$ .

Результаты исследования. Результаты изучения сорбционных свойств модифицированного глауконита на модельных растворах с солями металлов представлены в таблице 1.

Наибольший сорбционный эффект отмечен в отношении меди – 86,6 %. Примерно на одном уровне сорбировались никель, кальций и магний. Исходная концентрация никеля в растворе была в 2,4 раза ниже, чем меди, и в той же пропорции эти металлы находились в растворе после экспозиции с глауконитом.

В экспериментах, в которых модельным раствором послужила рубцовая жидкость (таблица 2), установлено, что сорбция катиона аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) на глауконите зависела как от температуры среды, так и от концентрации сорбата. При низкой концентрации аммиака (образцы с рубцовой жидкостью объёмом 5 мл) глауконит показал достаточно высокую сорбционную активность в отношении этого соединения (на уровне активированного угля) – минерал связывает 54-65 % от всего его количества.

Исследования образцов с концентрацией глауконита, соответствующей разовой дозе скармливания коровам (100 мг/10 мл), установлено, что его сорбционная активность в отношении растворенного аммиака ниже в 2-2,7 раза по сравнению с углем.

В таблице 3 представлена адсорбционная активность глауконита в отношении метиленового синего.

Самую высокую активность в отношении красителя показал активированный уголь, 95%-й глауконитовый концентрат – в 2,1 раза ниже,

**Таблица 1 – Сорбция  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  на глауконите при концентрации 10 г/100 мл модельного раствора (при комнатной температуре)**

| Ионы, мг/л       | Раствор №1 (исходный) | Раствор №2 (после экспозиции) | Сорбционный эффект, % |
|------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| $\text{Ca}^{2+}$ | 100                   | 68                            | 32                    |
| $\text{Mg}^{2+}$ | 129,6                 | 93,6                          | 27,8                  |
| $\text{Cu}^{2+}$ | 0,47165               | 0,06331                       | 86,6                  |
| $\text{Ni}^{2+}$ | 0,04051               | 0,02572                       | 36,5                  |

**Таблица 2 – Ионообменные свойства глауконита в отношении  $\text{NH}_4^+$  рубцовой жидкости коров в сравнении с активированным углем**

| Концентрация сорбента в образце | t, период экспозиции 1 час | Сорбционная активность, % |                  |                  |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------|------------------|
|                                 |                            | Уголь активированный      | Глауконит (50 %) | Глауконит (95 %) |
| 50 мг / 5 мл                    | 40°C                       | 59,1                      | 53,7             | 65,5             |
| 100 мг / 5 мл                   | 40°C                       | 68,0                      | 63,0             | 64,3             |
| 100 мг / 10 мл                  | 40°C                       | 24                        | 8,5              | 9,2              |
| 100 мг / 10 мл                  | 20°C, НП*                  | 33,7                      | 12,4             | 15,5             |

\*НП – непрерывное перемешивание

**Таблица 3 – Сорбционная активность глауконита (50 %) и (95 %) и угля активированного в отношении красителя метиленового синего**

| Сорбенты             | Показатель ФЭКа | Сорбционная активность, мг/г |
|----------------------|-----------------|------------------------------|
| Уголь активированный | 0,004           | 79,66                        |
| Глауконит 50 %       | 0,827           | 10,68                        |
| Глауконит 95 %       | 0,509           | 37,81                        |

а 50%-й концентрат глауконита – в 7,4 раза ниже по отношению к углю.

**Заключение.** Результаты исследований *in vitro* сорбционных свойств глинистого минерала алюмосиликатной природы – глауконита показали, что он может использоваться в качестве энтеросорбента для животных при его регулярном применении без опасения снижения биодоступности питательных органических веществ, а также металлов-нутриентов.

*Библиографический список:*

1. Vigdorovich V.I. [et al.] Effect of Indifferent Electrolyte Concentration, Sorbent Thermal Treatment, pH, and the Nature of Ligands on the Sorption of Cu(II) Cations by Glaucanite from Nitrate Solution //Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2017. Vol. 51. № 5. P. 798-803. (doi: 10.1134/ S0040579517050220)
2. Vigdorovich V.I. [et al.] Sorption of Metal Cations on Natural Sorbents: Current State, Problems and Prospects // Polymer Science. Series D, 2017. Vol. 10. № 4. P. 341-346. (doi: 10.113451995421217040189)
3. Вигдорovich В.И. [и др.] Использование глауконита Бондарского месторождения в качестве безрегенерационного сорбента при умягчении питьевых и котельных вод / В.И. //Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки, 2015. Т. 20. № 6. С. 1816-1829.
4. Вигдорovich В.И., Цыганкова Л.Е., Филиппова О.Б. и др. Глауконит, как экологически безопасный сорбент для умягчения питьевой и питательной котельной воды //Химическая технология, 2016. Т. 17. № 3. С. 129-137.
5. Vorotnikova I., Zyalalov Sch., Dezhatkina S., Lyubin N. Biochemical status of Turkeys when fed with a complex nanoadditive /I. Vorotnikova, //Bio web of conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2020). 2020. С. 00021.
6. Lyubin N.A., Dezhatkina S.V., Akhmetova V.V., Muchitov A.Z., Dezhatkina M.E., Zyalalov S.R. Application of sedimentary zeolite in dairy cattle breeding //Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2020. N 1 (97). С. 113-119.
7. Shlenkina T.M. The use of sedimentary zeolite for fattening pigs. Shlenkina T.M., Lyubin N.A., Dezhatkina S.V., Sveshnikova E.V., Fasahutdinova A.N., Dezhatkina M.E. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2019. N 12 (96). С. 287-292.

**JUSTIFICATION OF THE USE OF GLAUCONITE  
AS A FEED ADDITIVE FOR ANIMALS***Filippova O.B.***Key words:** *aluminosilicate, glauconite, sorption, metals, ammonia.*

*The results of studying the sorption properties of natural aluminosilicate – glauconite of the Bondarsky deposit are shown. The studies were carried out on model solutions under conditions simulating the physiological environment of the animal body (in vitro). Experiments have shown that the mineral can be used as a feed additive – an enterosorbent for animals with its regular use without fear of reducing the bioavailability of nutrients.*