

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ДИАТОМИТА НА ЖИВОТНЫХ**

<sup>1</sup>Кулатаева М.С.,<sup>2</sup>Шалахметова Г.А.,<sup>1</sup>Аубакирова К.М., <sup>1</sup>Аликулов З., <sup>1</sup>Сатканов М.Ж.  
[satkanov.mereke@gmail.com](mailto:satkanov.mereke@gmail.com)

1 – Евразийский Национальный университет им. Л. Н.Гумилева, г. Нур-Султан

2 – Казахский Национальный университет им. Аль-Фараби

**Аннотация:** Диатомит (DTM) состоит из аморфных силикатов с важными физическими и химическими характеристиками, включая пористость и проницаемость, низкую плотность и теплопроводность, крошечный размер частиц, растворимость, гидрофобность и способность к абсорбции, которые являются молекулярными фильтрующими агентами. В Республике Казахстан гора Мугалжар в Актюбинской области является неисчерпаемым источником диатомита. DTM был модифицирован как добавка для нескольких целей. Недавние исследования подтвердили его использование в качестве стимулятора роста животных, адъюванта вакцины в животноводстве, очистителя воды, связывателя микотоксинов, применения инертной пыли при хранении вредителей, пестицида, кормовой добавки для животных, в качестве естественного источника кремния в животноводстве и в качестве добавки как природного антигельминтного средства. Многочисленные преимущества DTM включают его низкую стоимость и доступность, его нетоксичные характеристики и тот факт, что пищевая DTM безопасна для потребления человеком. В этом обзоре рассматриваются основные области применения DTM в животноводстве относительно ранее опубликованных аналогичных работ, разъясняющих их важную роль.

**Ключевые слова:** диатомит, антигельминтного средства, диатомит как корм

**Вступление**

Увеличение населения мира предъявляет постоянные требования к сельскому хозяйству, особенно в секторе животноводства, для обеспечения продовольственной безопасности [1, 2]. Тем не менее, животноводство сталкивается с проблемами из-за увеличения распространенности желудочно-кишечных паразитов и других болезнетворных паразитов, а также из-за низкокачественных кормов, что привело к снижению эффективности конверсии корма и, следовательно, скорости роста [4]. В результате фермеры начали использовать рационы с добавлением кормовых добавок для повышения эффективности. Широко используются кормовые добавки с антибиотиками. Эта кормовая добавка на химической основе является дорогостоящей, а ее остатки на продуктах животного происхождения имеют последствия для здоровья потребителей. Кроме того, постоянное использование антибиотиков привело к распространению устойчивых к антибиотикам бактерий среди животных и людей. Следовательно, необходимо заменить антибиотики природными кормовыми добавками, такими как пребиотики, пробиотики, кормовые ферменты, растительные экстракты и органические кислоты, чтобы получить более здоровое

мясо и при этом достичь оптимального производства [1, 4]. Одной из таких альтернатив является диатомит (DTM). DTM имеет множество применений, в том числе для очистки воды, в качестве усилителя продуктивности в животноводстве, в качестве связывателя микотоксинов и для борьбы с вредителями хранящегося зерна. Кроме того, его можно использовать в качестве пищевой добавки для животных, а также в других сельскохозяйственных целях, способствуя, таким образом, животноводству и, следовательно, обеспечению продовольственной безопасности [5, 6].

DTM состоит из геологически отложившихся окаменелых скелетных остатков кремнистых морских организмов и пресноводных одноклеточных видов, особенно водорослей и других диатомовых [7, 8]. Диатомовые водоросли можно описать как мельчайшие одноклеточные водные организмы [9, 10]. Эти мельчайшие организмы заключены в стекловидную корку. Эта корка образуется из диоксида кремния в исходной воде. DTM подразделяется на два типа в зависимости от источника. Один происходит из моря, а другой из пресной воды. Предпочтение отдается DTM из пресной воды, поскольку она более богата диоксидом кремния. DTM (пищевой сорт) для использования в животноводстве необходимо измельчать до образования тонкой муки. Затем его называют аморфным кремнеземом или мукой из ископаемых ракушек. При просмотре в мощный микроскоп можно увидеть миниатюрные острые края, но физически он ощущается как меловая пыль. Многие из этих ископаемых осадочных слоев существовали не менее двадцати миллионов лет в озерах и морях эоценовой и миоценовой эпох [1].

Физические и химические свойства DTM позволяют ему играть жизненно важную роль в животноводстве. Предыдущие авторы установили, что поверхность диатомовых водорослей имеет множество пористых наноструктур кремнеземных клеточных стенок или панцирей, что увеличивает площадь их поверхности и позволяет использовать их в качестве носителя вещества [1, 5]. Он был признан естественным продуктом для здоровья и питания животных и описывается как мелкая кремнеземная пыль бледного цвета, обладающая способностью поглощать жидкости с определенными абразивными характеристиками, полученными после добычи, дробления и измельчения [7-11]. Благодаря своим абразивным свойствам DTM оказался эффективным при использовании в качестве средства борьбы с переносчиками заболеваний и желудочно-кишечными паразитами у жвачных животных и домашних птицы [1]. В этой статье мы рассмотрели основные области применения DTM в животноводстве и других областях человеческой деятельности.

#### **Потенциал DTM в борьбе с паразитами в животноводстве**

Паразитизм мелких жвачных животных является серьезной проблемой для фермеров. По своей природе мелкие жвачные животные, особенно овцы, пасутся близко к своему навозу, что подвергает их паразитарным яйцам и, как следствие, паразитарной нагрузке [12]. Следовательно, паразитарный гастроэнтерит продолжает представлять риск для здоровья и ограничивать производство небольших популяций из-за сопутствующих заболеваний, смертности, мер контроля и стоимости лечения как на клиническом, так и на субклиническом уровнях [1]. С экономической точки зрения эта потеря является результатом низкой продуктивности из-за плохого роста, низкой прибавки в весе и плохого использования корма. Паразиты могут вызывать гематологические и биохимические турбулентности у овец, а также анорексию, изменение водно-электролитного баланса, анемию, плохую репродуктивную функцию и потерю массы тела, что, как следствие, может привести к увеличению смертности животных [1, 13].

На любой стадии роста овцы могут быть уязвимы для желудочно-кишечных нематод, хотя наиболее эпидемиологически поражаются ягнята и периродовые овцы [4, 6]. Одним из основных организмов, экономически ограничивающих производство овец во всем мире, являются желудочно-кишечные нематоды [1]. Наиболее важным фактором, который ограничивает контроль над этим паразитическим организмом, является стабильное повышение резистентности к антигельминтным средствам в глобальном масштабе, особенно если животные получают недостаточные дозы или лечатся профилактическими и

подавляющими режимами лечения. Следовательно, альтернативные и/или дополнительные программы устойчивого контроля были бы полезны [1]. В течение последних двух десятилетий ДТМ использовался для естественной дегельминтизации животных. Было продемонстрировано, что 2%-ная норма включения ДТМ может быть использована с положительными результатами в уничтожении внутренних паразитов и гельминтов. В исследовании включение ДТМ увеличило производительность и прибыль ферм молочного и мясного скотоводства в качестве жизнеспособной альтернативы синтезированным химическим продуктам.

### **Потенциал ДТМ как детоксиканта в кормах для скота**

Корма для животных часто контаминируются многими патогенными микроорганизмами на разных стадиях производственного процесса, несмотря на согласованные усилия по предотвращению этого [1]. Основными среди микроорганизмов являются роды *Aspergillus* и *Fusarium*, которые продуцируют микотоксины, включая охратоксин А, афлатоксин В1, дезоксиниваленол, фумонизин В1 и зеараленон. Из 300-400 известных микотоксинов дезоксиниваленол (ДОН) и афлатоксин (АФ) известны как наиболее распространенные и наиболее вредные для животноводства [14-16]. Известно, что четверть посевов в мире заражена микотоксинами [1, 16]. Эти микотоксины обычно обнаруживаются в кормовой цепи из-за заражения сельскохозяйственных культур грибами или использования плесневых кормов и зерна в качестве приправ для корма для животных [1]. Ричард в своей статье сообщил, что микотоксины вырабатываются на растущих растениях из-за грибковой инвазии во время предуборочной и послеуборочной обработки, а также во время транспортировки и хранения урожая, и было показано, что они отрицательно влияют на людей и животных в небольших количествах и оказывают существенное влияние на международную экономику и торговлю [15].

При употреблении в пищу эти микотоксины вызывают замедление роста животных, иммунная и репродуктивная дисфункцию, могут повреждать органы [1, 16]. Эти токсины также вызывают патогенный сдвиг в жизненно важных органах, таких как печень, почки и лимфоидные ткани [1, 15]. О них сообщалось при поражениях печени у кур, вызывающих такие эффекты, как увеличение, бледность, гидропическая дегенерация и некроз, перипортальный фиброз и гиперплазия желчных протоков [17]. Кроме того, распространение афлатоксина и его метаболитов из корма в такие продукты, как печень и яйца, а также в пищевые ткани животных стало преобладающей потенциальной опасностью для здоровья человека [13]. Обеззараживание кормов от афлатоксинов является основным требованием в животноводстве. Применяются физические, химические и биологические методы обеззараживания. Другие подходы, такие как защитные меры, надлежащая практика хранения (GSP), а также надлежащая сельскохозяйственная практика (GAP) как в предуборочный, так и в послеуборочный периоды, были приняты для контроля вредных микотоксинов в кормах для животных. Как бы ни были хороши эти варианты в смягчении загрязнения микотоксинами; использование лучших практик не может полностью избежать или полностью избавиться от микотоксинов в кормовой цепи [17]. Приемлемая процедура детоксикации должна быть рентабельной и способной уничтожать все следы токсина без вредных остатков и не должна снижать питательные качества продукта [18]. Одной из таких процедур является использование муки из ископаемых ракушек, которая, как сообщается, эффективна против микотоксинов.

Авторы в своем эксперименте с перепелиными цыплятами обнаружили, что добавление ДТМ к рациону, содержащему АФ, значительно снижало вредное влияние АФ на потребление пищи, прирост массы тела и коэффициент конверсии корма [1]. Потребление корма было снижено на 14% у перепелов, получавших рацион АФ без ДТМ, и только на 6% у перепелят, получавших рацион АФ плюс ДТМ. Аналогичным образом, общая прибавка массы тела снизилась на 27% у птиц, получавших рацион АФ без ДТМ, и только на 8% у птиц, получавших рацион АФ плюс ДТМ. Цыплята-бройлеры, получавшие рацион, содержащий ДТМ(DE) в количестве 400 и 800 мг/кг, соответственно, имели значительно

большую массу тела и меньший коэффициент конверсии корма, а также увеличение показателей общего белка и альбумина в сыворотке, чем у цыплят-бройлеров. кормили рационом, содержащим токсин Т-2 в количестве 0,5 частей на миллион и 1 часть на миллион после 35-дневного возраста. Тем не менее, цыплята, получавшие ДЕ, существенно не отличались относительной массой органов почек, печени, фабрициевой сумки, селезенки и биохимическими значениями АСТ, АЛТ, холестерина, триглицеридов и креатинина в сыворотке по сравнению с птицами, которых кормили только токсином Т-2[1].

Исследование показало, что включение ДЕ в качестве добавки в рацион частично помогло уменьшить вредное воздействие токсина Т-2 на цыплят-бройлеров. Кроме того, Shivashaankar *et al.* сообщили, что добавление ДТМ от 400 и 800 мг/кг в рацион, смешанный с афлатоксинами (с 0,5 и 1 ppm АФ кг-1, соответственно), значительно снижает вредное воздействие АФ на параметры роста цыплят-бройлеров. и биохимические показатели сыворотки за счет повышения уровня общего белка, альбумина, триглицеридов и холестерина в сыворотке[18]. Тот же автор также зафиксировал значительное увеличение уровней АЛТ, АСТ, ВUN АЛР и креатинина у бройлеров, получавших ДТМ, в другом исследовании с моделями *in vitro* для оценки свойств ДТМ и других природных абсорбирующих агентов в отношении шести конотоксинов, а именно охратоксина А (ОТА), афлатоксина В1 (АФЛ), зеараленона (ZON), диацетоксисцирпенола (DAS), дезоксиниваленол (ДОН) и токсин Т-2 ДТМ связывали более 95% АФЛ аппликатора и 66,67% ОТА (только диатомит адсорбировал этот токсин)[15].

Эти результаты позволяют предположить, что ДТМ является эффективным абсорбирующим агентом, который можно использовать в производстве кормов для животных для обеззараживания многих микотоксинов в кормах для животных. ДТМ также может быть использован в производстве некоторых адсорбентов микотоксинов и для лечения диареи у жвачных животных и птиц [1, 17, 18]. Использование адсорбентов, таких как ДТМ, в качестве кормовой добавки является наиболее эффективным, экономичным и безопасным для здоровья решением для обезвреживания микотоксинов в кормах для скота. Его следует модифицировать в соответствии с текущим спросом фермеров, и его следует широко контролировать, чтобы обеспечить его безопасность и эффективность [18].

#### **Потенциал ДТМ как источника минералов для скота**

Натуральный пищевой ДТМ содержит широкий спектр природных хелатных минералов, таких как кальций, магний, железо, фосфат, натрий, титан и калий. Основываясь на окончательных оптимальных уровнях, минеральные компоненты, которые он обеспечивает, могут заменить небольшую часть всего минерального премикса или комплекса. Однако его способность увеличивать включение других минералов и микроминералов (особенно влияние ДТМ на улучшение общей минерализации, такой как кости) также может быть причиной улучшения показателей [19, 20].

Сообщалось, что у группы с включением кремния были более толстые ноги и большие гребни по сравнению с размером их тела, что значительно превосходило другие группы без добавок кремния. Также сообщалось, что растущие цыплята, которым давали 6% включений ДТМ, имели самые высокие значения Са, Р и золы, чем контрольная группа и другие виды обработки [19]. Однако вес, длина и индекс прочности большеберцовой кости существенно не изменились. В животноводстве проблемы с производством и здоровьем часто связаны с дефицитом кальция у многих видов животных. Таким образом, добавление натурального пищевого ДТМ в рацион может предотвратить любые проблемы с производительностью или здоровьем, связанные с кальцием.

#### **ДТМ может заменить антибиотик в кормах для животных.**

ДТМ может заменить антибиотики в качестве стимулятора роста, эрадикатора желудочно-кишечных нематод и элиминатора опасных бактерий в организме животного [5, 15, 16, 18, 21]. Большинство химических составляющих ДТМ имеют сильный отрицательный заряд. Подобно магниту, отрицательно заряженные элементы ДТМ притягивают все положительные тела, которые достаточно малы, чтобы пройти через пористые отверстия

DTM. Эти сильные заряды способны притягивать большое количество противоположно заряженных веществ, будь то элементы, бактерии или вирусы. Они проходят через пищеварительный тракт, чтобы удалить эти опасные вещества из системы организма. Когда диатомит добавляют в корм для животных, грамположительные бактерии, которые обычно являются мишенью для жвачных животных при использовании противомикробных кормовых добавок, также могут связываться с отрицательно заряженными панцирями. Это могло бы продвигать DTM как эффективную замену противомикробным препаратам и антибиотикам, обычно используемым для выполнения этих функций.

### **Выводы**

В результате глобального роста органического земледелия, вызванного спросом потребителей на органические пищевые продукты животноводства и программами кампаний по безопасности пищевых продуктов, DTM привлекла внимание ученых и коммерческих фермеров. Его использование еще не принято в большинстве стран, особенно в странах Африки к югу от Сахары. Существует относительно мало исследований, изучающих потенциал DTM в животноводстве, особенно в небольших поголовьях. Помимо отсутствия достоверной статистической информации от исследователей, существует также пробел в знаниях о применении этих веществ в программе контроля неорганических веществ. Необходимы адекватная научная информация и инфраструктура для производства и непрерывного снабжения природным веществом, таким как диатомовая земля, для улучшения животноводства на местном и международном уровнях. Также существует потребность в программах повышения осведомленности об использовании DTM в животноводстве как для фермеров, так и для потребителей. Необходимы дополнительные исследования, чтобы обосновать более широкий потенциал DTM как средства улучшения животноводства. В этом контексте предполагается, что в ближайшее время DTM будет играть более важную роль в животноводстве и безопасности пищевых продуктов.

### **Список использованных источников**

1. Olusegun O. Ikusika. Conference T. Mpendulo, Titus J. Zindove and Anthony I. Okoh. 2019. Fossil Shell Flour in Livestock Production: A Review *Animals* 9, 70. doi:10.3390/ani9030070
2. Bennett, D.C.; Yee, A.; Rhee, Y.J.; Cheng, K.M. Effect of DTMon parasite load, egg production, and egg quality of free-range organic laying hens. *Poult. Sci.* 2011, 90, 1416–1426.
3. Dolatabadi, J.E.N.; de la Guardia, M. Applications of diatoms and silica nanotechnology in biosensing, drug and gene delivery, and formation of complex metal nanostructures. *Trends Anal. Chem.* 2011, 30, 1538–1548.
4. Bakr, M.; Hossam, E.; Galal, M. Diatomite: Its Characterization, Modifications, and Applications. *Asian J. Mater. Sci.* 2010, 2, 121–136.
5. Wang, Z.Y.; Jang, Y.X.; Zhang, L.P. Structural Investigation of some important Chinese diatomites. *Glass Phys. Chem.* 2009, 35, 673–679. [CrossRef]
6. Aw, M.S.; Bariana, M.; Yu, Y.; Addai-Mensah, J.; Losic, D. Surface-functionalized diatom microcapsules for drug delivery of water-insoluble drugs. *J. Biomater. Appl.* 2013, 28, 163–174.
7. Wiewiora, M.; Monika, Ł.; Justyna, B.; Mateusz, M.; Tomasz, N. DTMin the prevention of worm infestation in purebred pigeons. *Anim. Sci.* 2015, 54, 161–166.
8. Наекова, С. К., М. Сатканов, А. У. Исаева, К. М. Аубакирова, М. Т. Мырзабаева, З. А. Аликулов, Ж. Ш. Ургалиев, and Ш. Е. Арыстанова. "Сравнительная характеристика различных образцов Мугалжарского диатомита." (2018).
9. Наекова, С. К., Сатканов, М., Аубакирова, К. М., Арыстанова, Ш. Е., Сегизбаева, Г. Ж., & Аликулов, З. А. (2018). Влияние предпосевного прайминга семян в присутствии различных концентраций диатомита на рост и развитие проростков ячменя (*Hordeum vulgare* L.). In *Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы* (pp. 55-60).
10. Сатканов, М.Ж., 2011. Способы повышения солеустойчивости растений с помощью природного удобрения-диатомита.

11. Korunic, Z. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *J. Stored Prod. Res.* 1998, 34, 87–97.
12. Osweiler, G.D.; Carson, T.L. Evaluation of DTMs as an Adjunct to Sheep Parasite Control in Organic Farming; Leopold Center Completed Grant Reports; Iowa State University: Ames, IA, USA, 1997
13. Bernard, G.; Worku, M.; Ahmedna, M. The Effects of DTMs on Parasite Infected Goats. *Bull. Georgian Natl. Acad. Sci.* 2009, 3, 129–135.
14. Deutschlander, D. Evaluating DTMs as a Wormer for Sheep and Cattle; Leopold Center Completed Grant Reports; Energy and Sustainable Agriculture Program—Minnesota Department of Agriculture: Saint Paul, MN, USA, 1993
15. Baltran, M.A.; Martins, R. Original article DTMs inhibited the. *Philipp. J. Vet. Anim. Sci.* 2015, 41, 135–140.
16. Fernandez, M.I.; Woodward, B.W.; Stromberg, B.E. Effect of DTMs as an anthelmintic treatment on internal parasites and feedlot performance of beef steers. *Anim. Sci.* 1998, 66, 635–641.
17. Shivashaankar, B.P.; Narayanashwamy, H.D.; Satanarayana, M.L.; Rao, S.; Rathnamma, D.; Maniyellappa, H.K.; Sridhar, N. Effect of DTMs on Performance, Internal Organs and Biochemical Alterations in T-2 Toxicosis of Broiler Chickens. *J. Cell Tissue Res.* 2015, 15, 4983–4988.
18. Lakkawar, A.W.; Sathyanarayana, M.L.; Narayanaswamy, H.D.; Sugunaroo, O.; Yathiraj, S. Efficacy of diatomaceous earth in amelioration of aflatoxin induced toxicity in broiler chicken. *Indian J. Anim. Res.* 2016, 50, 529–536.
19. Seaborn, C.D.; Nielsen, F.H. Boron and silicon: Effects on growth, plasma lipids, urinary cyclic amp and bone and brain mineral composition of male rats. *Environ. Toxicol. Chem.* 1994, 13, 941–947.
20. Martin, K.R. Silicon: The health benefits of a metalloid. *Met. Ions Life Sci.* 2013, 13, 451–471.
21. Chen, Y.; Liu, K. Preparation of granulated N-doped TiO<sub>2</sub>/diatomites and its application of visible light degradation and disinfection. *Powder Technol.* 2016, 303, 176–191.