

ПРАВИЛЬНАЯ ФОРМУЛА ДЕТОКСИКАЦИИ

Г. ЛАПТЕВ, Н. НОВИКОВА, Е. ЙЫЛДЫРЫМ, Л. ИЛЬИНА, В. ФИЛИППОВА, А. ДУБРОВИН,
Е. ПОНОМАРЕВА, Д. ТЮРИНА, К. КАЛИТКИНА, А. ДУБРОВИНА, компания «БИОТРОФ»



В организме животных и птицы предусмотрена собственная система очищения от ядов. Но, как правило, токсинов в кормах присутствует так много, что внутренние ресурсы перестают справляться с постоянно растущей нагрузкой. Более того, в современном интенсивном животноводстве и птицеводстве есть множество факторов (сверхпродуктивность, корма низкого качества, скученность поголовья, вакцинации и др.), которые угнетают физиологию и делают процесс естественного очищения невозможным. С использованием молекулярно-генетических методов исследования мы показали, что поступление токсинов в пищеварительную систему высокопродуктивных животных вызывает выраженный дисбиоз микробиома, в результате чего животное теряет способность переваривать клетчатку кормов.

В настоящее время одна из самых важных мер профилактики микотоксикозов — это включение в рацион сельскохозяйственных животных и птицы нейтрализаторов микотоксинов. Рынок энтеросорбентов в нашей стране демонстрирует рост разнообразия подобных препаратов. Существующие энтеросорбенты различаются по составу, химической и физической структуре, то есть по площади связывающей поверхности, размеру пор, общему заряду, распределению заряда, что оказывает значительное влияние на их эффективность. Поэтому специалисты сельскохозяйственных предприятий должны получать правильную информацию об этих продуктах.

ЕСЛИ В РАЦИОНЕ ПРИСУТСТВУЕТ КУКУРУЗА

Кукуруза содержит большое количество обменной энергии, углеводов, витаминов и минеральных веществ, которые необходимы птице. Однако отечественные птицеводы активно используют этот корм только в случае его ценовой доступности, и в этом сезоне вследствие высокого урожая и других причин как раз появилась такая возможность. По данным «Совэкон», стоимость фуражной кукурузы на 22 февраля 2023 г. составляла 10 100 руб. за тонну, тогда как год назад она была на 3525 руб. выше.

В то же время кукуруза подвержена различным заболеваниям. Так, в период вегетации наиболее распространен фузариоз початков. В некоторых районах он поражает посевы на 50–60%. При этом обычно выявляются самые агрессивные расы (разновидности) гриба *Fusarium sp.*,

которые активно продуцируют большие количества трихотеценовых микотоксинов, таких как Т-2 токсин и дезоксиниваленол (ДОН). По сведениям, озвученным на **ежегодном общем собрании** «Росптицесоюза» 28 февраля 2023 г., содержание микотоксинов в российской кукурузе сезона 2022/23 гг. «побило все возможные и невозможные рекорды». Это связано с тем, что из-за неблагоприятных погодных условий культура долгое время оставалась необранной на полях.

Дезоксиниваленол — основной загрязнитель кормов для сельскохозяйственной птицы. Хроническое его воздействие (даже в концентрациях ниже МДУ) часто приводит к снижению потребления корма, приростов, яйценоскости. Загрязнение кормов Т-2 токсином вызывает сокращение поедаемости, ухудшение конверсии корма, диарею, снижение приростов живой массы, яйценоскости, истончение скорлупы яиц. При этом, по заверениям практиков, сорбенты на основе глинистых минералов и клеточных стенок дрожжей практически неэффективны при загрязнении кормов ДОН и Т-2 токсином. Разберемся, почему.

Дело в том, что слабым местом сорбентов на основе глинистых минералов, таких как, например, бентониты, является способность десорбировать микотоксины, поскольку связывающие силы в их молекулах основаны на мостиках Н-О-Н (силы Ван-дер-Ваальса) в гидратационных зонах вещества, что приводит к неустойчивости этих связей. У многих микотоксинов, включая ДОН и Т-2 токсин, связанных такими энтеросорбентами в кислой среде желудка, сорбционные связи непрочные и они десорбируются в условиях высокого уровня pH в кишечнике: наступает процесс обратного выхода молекул микотоксинов из сорбента в содержимое пищеварительной системы. По данным зарубежных ученых (Kong и соавт., 2014), процент адсорбции ДОН бентонитами и продуктами на основе клеточных стенок дрожжей составляет 3,2–5,0%. Исследователи пришли к выводу, что сорбенты на основе бентонита и клеточных стенок дрожжей неэффективно связываются с ДОН из-за низкой полярности молекулы. В исследовании Shehata и соавт. (2004) было показано, что добавление комплексного сорбента на основе бентонита, клеточных стенок дрожжей в количестве 0,5% и ряда других компонентов к рациону, естественно загрязненному ДОН, не приво-

дило к детоксикации данного токсина. Содержание ДОН в моче свиней в течение эксперимента оказалось даже выше, чем в контроле (рис. 1).

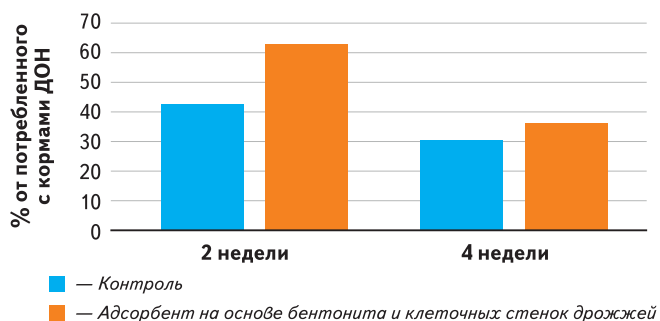


Рис. 1. Количество ДОН в моче свиней

Чуть позже коллективом других авторов (Doll, 2007) была подтверждена низкая сорбционная способность коммерческого сорбента, производимого в Австрии, на основе бентонита, клеточных стенок дрожжей, фунизон эстеразы, *Coriobacteriaceae*. Ученые разработали систему *in vitro*, имитирующую условия желудочно-кишечного тракта свиней. Общее время инкубации сорбента с зеараленоном (ЗЕН) и ДОН было значительным — 10 часов. Тем не менее снижение концентраций ЗЕН и ДОН по сравнению с контролем под влиянием данного сорбента было намного ниже, чем заявляет производитель, — 17 и 1% соответственно.

Согласно результатам исследований отечественных ученых (Иванов и соавт., 2008) эффективность клеточных стенок дрожжей отмечается лишь при низких концентрациях микотоксинов в кормах. То есть для достаточной эффективности нужно скормить животным большое количество препарата, что, безусловно, будет очень дорого.

Кроме того, большинство сорбентов не участвуют в восстановлении нормального микробиоценоза кишечника, нарушенного в результате токсикозов и других причин. Исключение составляет уже упомянутый зарубежный сорбент, в состав которого включен микроорганизм *Coriobacteriaceae*, обладающий, по заверениям производителя, неясным механизмом биодеструкции. На самом же деле *Coriobacteriaceae* представляет собой актиномицеты, которые нередко связывают с возникновением гастроэнтеритов, а также актиномикозов (Chen и соавт., 2017), поэтому его роль в восстановлении баланса микробиоты сомнительна.

ПРИ СКАРМЛИВАНИИ КУКУРУЗЫ — ОПТИМАЛЬНО

При создании препаратов линейки Заслон учитывался тот факт, что механизм действия энтеросорбентов должен быть намного шире, чем просто сорбция токсинов. Препараты **Заслон**, **Заслон2+** и **Заслон-Фито**, производимые отечественной компанией «БИОТРОФ», не только способ-

ны эффективно сорбировать токсины, но и обладают рядом уникальных свойств, отличающих их от других российских и зарубежных сорбентов. Ни для кого не секрет, что ни у одной другой страны мира, включая страны ЕС и США, нет такого объема и спектра минерально-ресурсного потенциала, включая редкие полезные ископаемые с исключительными свойствами, как у России. К таковым относится и диатомит, представляющий собой окаменелые останки диатомовых водорослей и используемый «БИОТРОФ» в составе препаратов Заслон. Этот уникальный природный адсорбирующий материал характеризуется очень высокой пористостью и обладает высоким сродством ко множеству токсинов, включая микотоксины фузариумов, за счет образования стабильных связей.

С помощью современных технологий эффективность сорбентов линейки Заслон доведена до совершенства. Заслон2+ работает как в кислом, так и в щелочном диапазоне pH, не «отдавая» микотоксины обратно при изменении показателя кислотности. Обжиг минерала при температуре свыше 800°C гарантирует отсутствие токсичных элементов (тяжелых металлов, пестицидов, хлорорганических соединений и др.), температура кипения которых значительно ниже температуры обжига. Кроме того, это существенно повышает удельную поверхность сорбента (до 40 га/кг). Для примера: ее величина в 20 раз выше, чем удельная поверхность клеточных стенок дрожжей.

Одно из важных преимуществ данных энтеросорбентов заключается в том, что в состав препаратов входят живые микроорганизмы — полезные бактерии. Ни один сорбент из существующих на рынке не может на 100% связать и вывести из организма такие токсины, как Т-2 и ДОН. Препараты Заслон и Заслон2+ эффективно обезвреживают эти токсины при помощи механизма биотрансформации, присущего штаммам *Bacillus sp.* в их составе. Они способны трансформировать трихотеценовые токсины ДОН и Т-2, а также охратоксин А (ОТА) до нетоксических форм, которые выводятся из организма через почки. Как показало полногеномное секвенирование, у штаммов бактерий в составе сорбентов Заслон и Заслон2+ имеются отвечающие за биотрансформацию уникальные ферментные комплексы, не обнаруженные у других родственных бактерий.

На рисунке 2 представлены результаты опыта по установлению минимального уровня истинной биодеструкции микотоксинов штаммами бактерий (под условными названиями «штамм 1» и «штамм 2») в составе препарата Заслон2+. Его определяли как разницу между биодеструкцией живыми бактериальными клетками и сорбцией инактивированными клетками. Видно, что бактерии разрушают молекулы токсинов, усиливая эффективность препарата.

Таким образом, сорбент усилен дополнительными свойствами биотрансформации токсинов и регуляции состава микробиома, нарушенного токсинами кормов. Штаммы

бактерий в составе препарата Заслон2+ восстанавливают нормальную микрофлору в желудочно-кишечном тракте, обеспечивая сохранность микробного пейзажа и способствуя активации пищеварения.

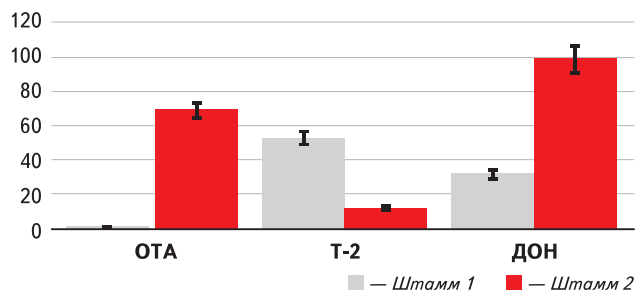


Рис. 2. Уровень «истинной» биодеструкции микотоксинов у штаммов бактерий сорбента Заслон2+

Как показали результаты независимых исследований ученых ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» РАН, использование сорбента Заслон2+ может стать одним из инструментов по замене антибиотиков (рис. 3). В опытах на бройлерах Заслон2+ продемонстрировал эффективность на уровне кормового антибиотика бацитрацина.

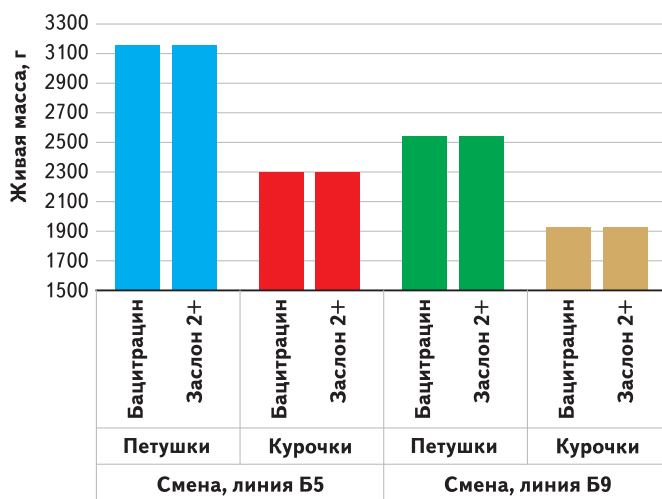


Рис. 3. Эффективность действия на бройлеров сорбента Заслон2+ по сравнению с бацитрацином

МОГУТ ОКАЗАТЬСЯ НЕБЕЗОПАСНЫМИ

Еще в 1994 г. зарубежными исследователями (Pasteiner, 1994) было показано и подтверждено впоследствии (Huwig и соавт., 2001), что многие энтеросорбенты обладают рядом существенных недостатков. Так, активированный уголь и глинистые минералы имеют низкую «биосовместимость» с организмом животных и птиц: проходят через кишечник, всасывая все подряд, включая незаменимые микро- и макроэлементы, витамины, питательные вещества.

При этом может нарушиться всасывание жиров, белков, других питательных веществ; развиваться геморрагии и гипогликемии. Слабым местом сорбентов на основе глинистых минералов и клеточных стенок дрожжей является способность десорбировать микотоксины при повышении pH, поскольку связывающие силы в их молекулах довольно неустойчивы. Они зачастую предотвращают только афлатоксикозы, однако их эффективность в отношении ДОН, Т-2 токсина, зеараленона и ократоксина А низкая. Кроме того, довольно высокие нормы ввода многих препаратов могут приводить к снижению доступности питательных веществ кормов, травмированию стенок кишечника, нарушению целостности ворсинок и замедлению скорости их роста. Поэтому длительное скармливание таких энтеросорбентов может представлять серьезную опасность, особенно при нарушении целостности стенок кишечника и его воспалениях при диарее, дисбиозе микрофлоры, кокцидиозах. В таких случаях применение глинистых минералов особенно не рекомендовано. К тому же существует риск загрязнения природных глин диоксинами (ядами).

Учеными зоотехнического отдела Университета штата Огайо (США) на дойных коровах была исследована эффективность двух американских сорбентов (<https://kb.osu.edu/bitstream/handle/1811/55808/1/HonorsThesis-BeckmanJenniferLynn-2001.pdf>). Один из сорбентов содержал инактивированные бактерии, сахараиды, органические кислоты, витамины, дрожжи, ингибитор плесени и антитела к *Escherichia coli* K99, специфичные для КРС (под условным названием «сорбент 1»), другой — инактивированные дрожжевые клетки *Saccharomyces cerevisiae* («сорбент 2»). Несмотря на то что исследование было проведено в 2001 г., сорбент 2 до сих пор присутствует на рынке. Его состав практически не изменился, претерпев лишь незначительную модификацию. Достоверной разницы по уровню надоя между опытными и контрольными группами не наблюдалось. В молоке коров, получавших сорбент 2 на основе клеточных стенок дрожжей, отмечалось достоверное ($P \leq 0,05$) снижение количества белка на протяжении всего периода эксперимента (рис. 4). По мнению авторов, это связано с ухудшением всасывания аминокислот в двенадцатиперстной кишке. Кроме того, прослеживалась повышенная концентрация азота мочевины в молоке этих коров (рис. 5).

Анализ молока на содержание в нем мочевины — эффективный инструмент оценки сбалансированности рациона по протеину и энергии, усвоения и транспортировки питательных веществ. Протеин корма в рубце распадается до аммиака и преобразуется в ценный микробиальный белок. Неиспользованный же аммиак всасывается через стенки рубца, откуда доставляется в печень, где преобразуется в мочевины, и либо выводится с мочой, либо возвращается обратно в рубец через слюну. Чем больше микробиального белка образуется в рубце, тем меньше аммиака поступает в кровь. Если в рубце недостаточно энергии для переработки протеина, то он в конечном итоге переходит в мочевины,

которая выделяется частично с мочой и молоком. Достаточное количество микробного белка образуется только при оптимальном соотношении переваримого в рубце протеина и доступной для его синтеза энергии.

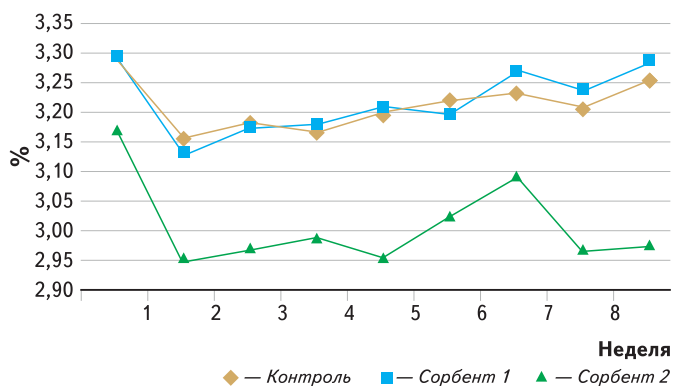


Рис. 4. Содержание белка в молоке коров

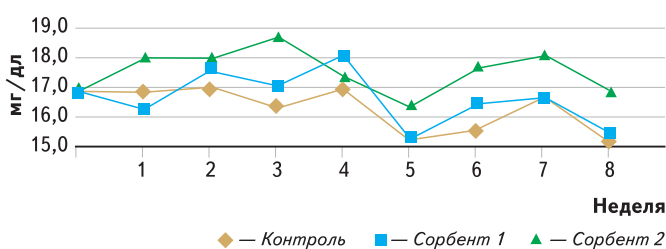


Рис. 5. Содержание мочевины в молоке коров

При среднем уровне белка в молоке 3,2–3,6% оптимальное содержание мочевины составляет 15–30 мг/дл, при низком — меньше 3,2%, а именно такой уровень и наблюдался в молоке коров при скармливании им сорбента 2. Содержание мочевины более 15 мг/дл свидетельствует о недостаточном обеспечении животного энергией и усвояемым в кишечнике протеином.

Проблема нарушения белкового обмена у коровы может являться причиной снижения молочной продуктивности, показателей воспроизводства, возникновения различных заболеваний и, как следствие, ранней выбраковки ее из стада. Поэтому лучшие сорбенты для нейтрализации токсинов — те из них, которые имеют высокий профиль безопасности и выраженную сорбционную способность. Перед тем как начать скармливать сорбент, следует узнать о всех его свойствах.

НЕ НАВРЕДИТ, А ПОМОЖЕТ

Как стало очевидным, качество дорогостоящих зарубежных сорбентов нередко уступает отечественным продуктам. Например, Бажинской А.А., ученым кафедры инфекционной и инвазионной патологии ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина», в рамках диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических

наук изучена эффективность сорбента Заслон по сравнению с двумя другими сорбентами, в том числе выше упомянутым австрийским препаратом на основе бентонита, дрожжевых клеток, фузизон эстеразы, *Coriabacteriaceae* и ряда вспомогательных веществ (<http://bsaa.edu.ru/science-innovations/diss/2020/Avtoreferat%20Bazinskaya.pdf>). Один из сорбентов назовем «сорбент М», второй — «сорбент К», в его состав входит минеральный носитель. Как видно из данных рисунка 6, сорбент Заслон на телятах сработал лучше двух сорбентов, в том числе австрийского.

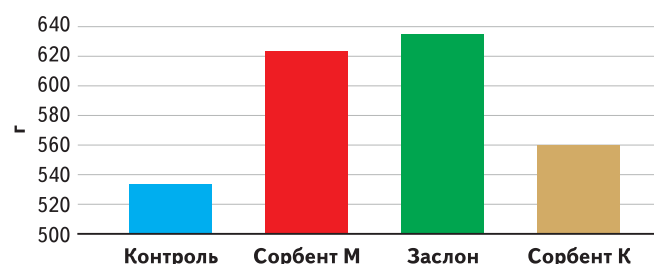


Рис. 6. Влияние различных сорбентов на среднесуточный прирост живой массы телят

Важно также подчеркнуть, что по сравнению с многими препаратами сорбенты линейки Заслон — это «умные» сорбенты. Они выводят из организма только вредные вещества и не сорбируют микроэлементы, минеральные вещества и витамины. Поэтому их можно скармливать длительное время без ущерба для полезных веществ.

ВЕРНОЕ РЕШЕНИЕ

Животные и птица высокопродуктивных пород и кроссов не в состоянии справиться с высокой токсической нагрузкой кормов, особенно при использовании в их составе кукурузы. Однако следует отметить, что эффективность сорбентов значительно различается. Некоторые совершенно неэффективны против трихотеценовых микотоксинов (Т-2 токсин, ДОН и др.), которые как раз и являются основными загрязнителями. Ряд сорбентов биологически не совместимы с организмом животных и птицы, они могут поглощать и удалять не только вредные, но и полезные вещества, повреждать стенки кишечника, снижать содержание белка в молоке. Лидирующую позицию по сорбционной емкости занимают сорбенты линейки Заслон с действующим веществом диатомит. Комбинация адсорбента и бактерий-биотрансформаторов обеспечивает широкий спектр связывания и разрушения микотоксинов внутри организма животных и птицы без ущерба для их здоровья, стимулирует у них защитные механизмы путем восстановления микробиома. При этом Заслон эффективнее зарубежных препаратов, а обходится в разы дешевле. Этой разработкой отечественных ученых стоит гордиться. ■

Список литературы предоставляется по запросу.