

КАК СНИЗИТЬ СОДЕРЖАНИЕ МИКОТОКСИНОВ В КОНСЕРВИРОВАННЫХ КОРМАХ?

Е. Йылдырым, Л. Ильина, В. Филиппова, Н. Новикова, Г. Лаптев, Д. Тюрина, В. Солдатова

Микотоксины — это яды, производимые плесневыми грибами родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, которые поражают ткани кормовых растений уже на стадии вегетации и продолжают свое развитие в траншее при хранении силоса, сенажа, плющеного зерна. Показано, что нарушение технологии производства силоса и сенажа приводит к повышению содержания микотоксинов в десятки и сотни раз. Одновременное присутствие различных микотоксинов создает синергетический эффект, что увеличивает токсичность корма.

Особенно опасно воздействие микотоксинов на коров в новотельном периоде, когда организм животного испытывает сильнейшее перенапряжение функции детоксикации, стресс эндоплазматического ретикулума в печени и ослабление иммунной системы. Не менее пагубно влияют микотоксины на телят, имеющих несформировавшийся рубцовый микробиоценоз, но уже частично переведенных на рацион взрослого животного. В другие физиологические периоды, когда животное способно частично компенсировать токсическую нагрузку силами организма, микотоксикозы часто переходят в хроническую форму с неявно выраженными симптомами и трудно поддающуюся диагностике. При этом единственным симптомом может быть снижение уровня продуктивности.

Самыми восприимчивыми к микотоксинам всегда считали свиней, однако современная наука таковым признала и крупный рогатый скот. В России консервированные корма на содержание микотоксинов практически не исследовали, поэтому законодательство не регламентирует нормы содержания микотоксинов в силосе и сенаже.

Какие заболевания у коров вызывают микотоксины?

Считалось, что разнообразные по функциям микроорганизмы, населяющие содержимое рубца здоровой коровы, должны служить барьером, встающим на пути проникновения микотоксинов. В условиях современной интенсификации животноводства высокие надои требуют от коровы экстремально высокой напряженности метаболических процессов. Так, потребность на лактацию дойной коровы

с суточным удоем около 40 кг составляет 131 МДж, что в 4 раза выше, чем потребность в энергии для ее жизнедеятельности! В связи с этим у высокопродуктивных коров состав микрофлоры рубца серьезно нарушен по сравнению с низкопродуктивными животными.

Доказано, что микотоксины подавляют иммунную систему, нарушают работу рубца, кишечника, печени, почек, репродуктивной, нервной системы и пр. Наиболее часто при воздействии микотоксинов у коров наблюдают ацидоз, кетоз, смещенный сычуг, эндометрит, мастит, ожирение печени, ослабление иммунитета, задержку плаценты, хромоту, снижение потребления корма, падение продуктивности, уменьшение продуктивного долголетия. По статистике, 20–30% абортосов у коров связаны с потреблением токсичного корма, что влечет за собой серьезный экономический ущерб, поскольку на сегодняшний день средняя стоимость нетели составляет 2500–3000 евро. Следует помнить, что микотоксины могут наносить ущерб здоровью крупного рогатого скота, присутствуя даже в следовых количествах.

Специалисты ООО «БИОТРОФ» с помощью молекулярно-генетического метода количественной ПЦР провели уникальное исследование, позволяющее сравнить состав рубцовой микрофлоры коров при скармливании силоса, загрязненного высокими концентрациями афлатоксинов (выше ПДК в 4 раза) и практически свободного от них (рис. 1). Логика выбора данного микотоксина была связана с тем, что до 6% его метаболита афлатоксина М1 проникает в молоко, при этом сам афлатоксин М1, по статистике, в 80–90% случаев является у коров причиной абортов, вызванных токсинами.

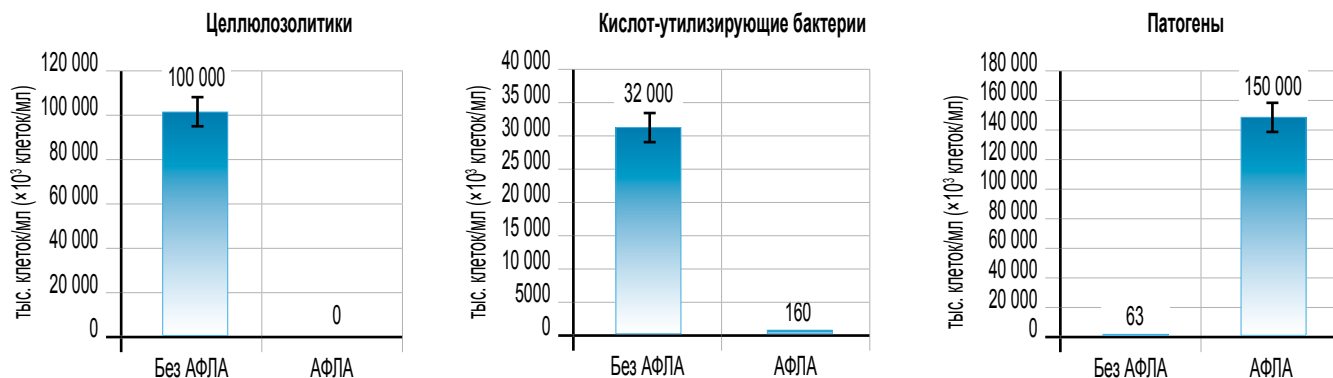


Рис. 1. Состав микрофлоры в рубце

Оказалось, что поступление высоких доз афлатоксинов в рубец приводило к снижению численности полезных микроорганизмов, в том числе целлюлозолитиков, расщепляющих клетчатку кормов, и кислот-утилизирующих бактерий, метаболизирующих молочную кислоту до ЛЖК на два порядка. При этом происходило увеличение содержания патогенов на три порядка. Это вызывало серьезные нарушения процессов переваривания кормов. Полученные данные еще раз подтверждают факт, что у высокопродуктивных жвачных животных практически отсутствует эффективная защита от микотоксинов.

Микотоксины поражают корма еще в поле

Специалисты ООО «БИОТРОФ» провели передовые исследования содержания микотоксинов в кормовых монокультурах и их смесях в процессе вегетации из животноводческих хозяйств европейской территории РФ (рис. 2).

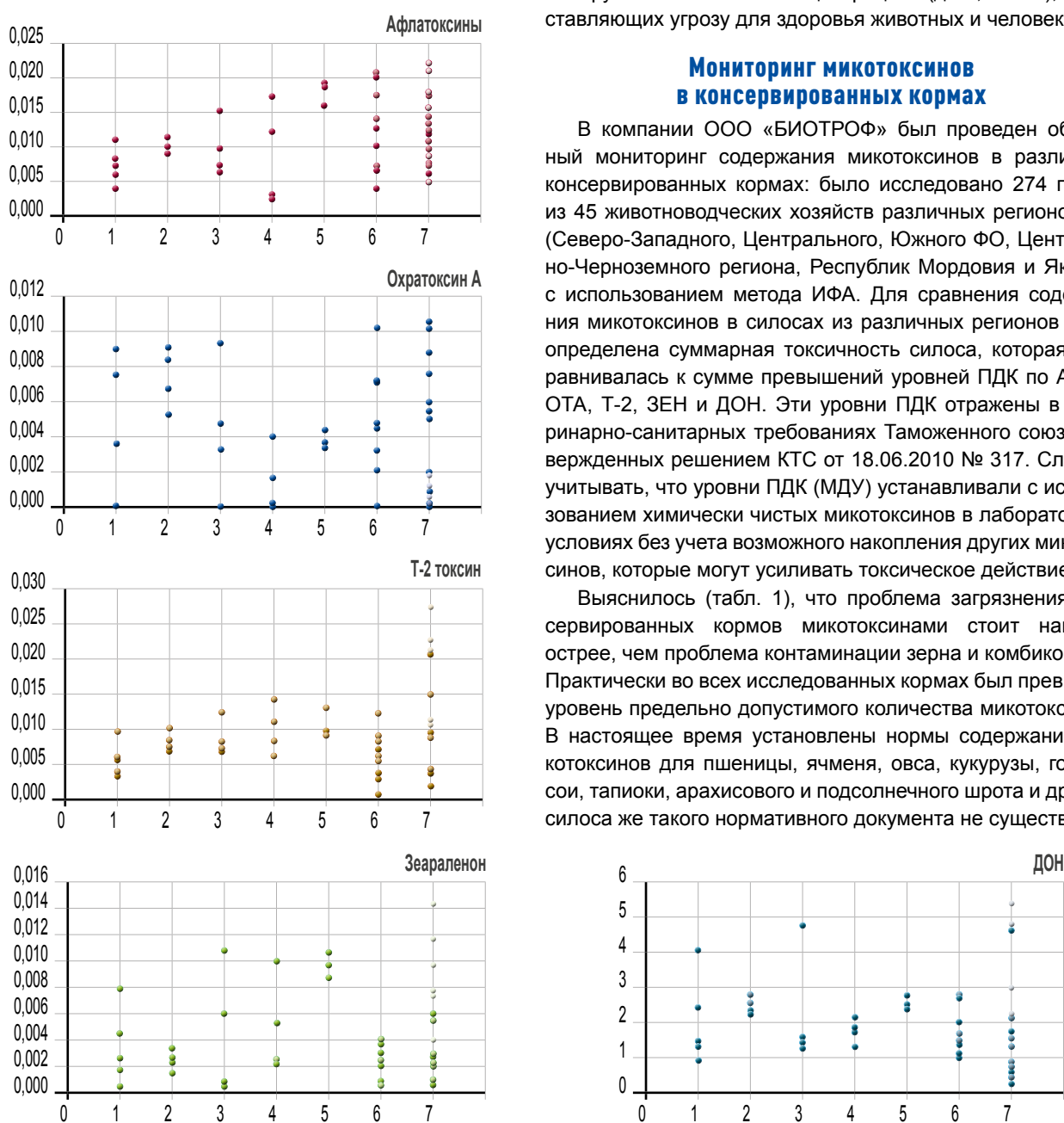


Рис. 2. Среднее содержание микотоксинов (мг/кг) в кормовом травостое:

1 — ежа, 2 — люцерна, 3 — райграс, 4 — смесь клевера и фестулолиума, 5 — кукуруза, 6 — тритикале, 7 — смесь клевера и тимофеевки

В ходе микотоксикологической оценки кормового травостоя было показано, что сложные комбинации микотоксинов из разных химических групп и с воздействием на разные системы и органы животных формируются уже в поле на вегетирующих растениях. При этом традиционное разделение микромицетов на «полевые» грибы и «грибы хранения» уже не актуально, поскольку в вегетирующих растениях были обнаружены токсины «амбарных» микромицетов Аспергиллов и Пенициллиумов.

Культурами, наиболее загрязненными микотоксинами, оказались кукуруза (по трем видам микотоксинов) и люцерна (по охратоксину А) — основное сырье для сенажа. Ученые-фитопатологи уже с 1988 года отмечали, что на растениях кукурузы, как правило, формируются наиболее агрессивные расы гриба *Fusarium*. Этот гриб способен к выработке трихотеценовых микотоксинов. Микотоксины были обнаружены в высоких концентрациях (до 2,6 мг/кг), представляющих угрозу для здоровья животных и человека.

Мониторинг микотоксинов в консервированных кормах

В компании ООО «БИОТРОФ» был проведен обширный мониторинг содержания микотоксинов в различных консервированных кормах: было исследовано 274 пробы из 45 животноводческих хозяйств различных регионов РФ (Северо-Западного, Центрального, Южного ФО, Центрально-Черноземного региона, Республик Мордовия и Якутия) с использованием метода ИФА. Для сравнения содержания микотоксинов в силосах из различных регионов была определена суммарная токсичность силоса, которая приравнивалась к сумме превышений уровней ПДК по АФЛА, ОТА, Т-2, ЗЕН и ДОН. Эти уровни ПДК отражены в ветеринарно-санитарных требованиях Таможенного союза, утвержденных решением КТС от 18.06.2010 № 317. Следует учитывать, что уровни ПДК (МДУ) устанавливали с использованием химически чистых микотоксинов в лабораторных условиях без учета возможного накопления других микотоксинов, которые могут усиливать токсическое действие¹.

Выяснилось (табл. 1), что проблема загрязнения консервированных кормов микотоксинами стоит намного острее, чем проблема контаминации зерна и комбикормов. Практически во всех исследованных кормах был превышен уровень предельно допустимого количества микотоксинов. В настоящее время установлены нормы содержания микотоксинов для пшеницы, ячменя, овса, кукурузы, гороха, сои, тапиоки, арахисового и подсолнечного шрота и др. Для силоса же такого нормативного документа не существует.

¹ Крюков В.С. Оценка уровня контаминации кормов микотоксинами и эффективности адсорбентов // Проблемы биологии продуктивных животных. — 2014. — № 3. — С. 37–50.

Таблица 1

Токсичность консервированных кормов относительно уровней ПДК

Микотоксины	Силос			Зерносежаж из ячменя	Сежаж из люцерны	Плющенное зерно ячменя
	из кукурузы	из бобовых/злаковых	из ежи сборной			
АФЛА	14,52*	12,4	15,32*	8,92*	21,32*	2,8
ОТА	83,4	45,5*	24,3*	51,7	29,6	3,0
Т-2	331,8	138,0	83,4	147,6*	153,6	157,8*
ЗЕН	125,0*	210,0*	90,0*	138,0*	453,0	6,0
ДОН	1950*	1260	1930*	3280	3050	450*
Суммарная токсичность	29,0	17,9	12,9	19,7	21,4	4,4

* $p \leq 0,05$.

■ — превышение ПДК более 10 раз, ■ — превышение ПДК от 4 до 9 раз, ■ — превышение ПДК менее 4 раз, ■ — не превышает ПДК.

Судя по средним уровням превышения ПДК и значениям суммарной токсичности силоса, силос из кукурузы и сежаж оказались наиболее загрязненными кормами.

Высокочувствительный метод подтвердил

Для проверки адекватности и точности полученных результатов специалистами ООО «БИОТРОФ» было проведено исследование микотоксинов в силосах с помощью высокоточного хроматографического метода в тандеме с масс-спектрометрией.

Были выбраны два образца силосов из многолетних трав: образец № 1 — из траншеи животноводческого хозяйства Московской области и образец № 2 — из траншеи хозяйства Ленинградской области. Образец № 1 был заложен без применения консервантов, образец № 2 — с применением биопрепарата (табл. 2).

Таблица 2

Результаты исследования содержания микотоксинов в силосах из многолетних трав

№ п/п	Микотоксины	Содержание микотоксина в силосе, мкг/кг	
		Образец 1 (без добавок)	Образец 2 (с биопрепаратом)
1	Т-2 токсин	3,0*	3,0**
2	Фумонизин В1	24,1*	<п.д.о.
3	НТ-2 токсин	147,3*	<п.д.о.
4	Афлатоксин G1	13,0**	<п.д.о.
5	15-ацетил ДОН	158,0*	<п.д.о.
6	ДОН	359,7*	6,0*
7	Зеараленон	10,9	<п.д.о.
8	Ниваленон	70,0	<п.д.о.
9	3-ацетил ДОН	12,1**	<п.д.о.

* $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$.

п.д.о. — предел достоверного определения.

Исследование показало, что в обоих силосах были обнаружены микотоксины. Однако в образце силоса из Московской области, заложенного без добавок, было выявлено присутствие одновременно 9 микотоксинов в количестве от 3,0 до 359,7 мкг/кг ($P \leq 0,05$), тогда как в силосе, заложенном с применением биопрепарата, были найдены лишь Т-2 токсин и ДОН в «следовых» количествах.

Важно то, что результаты совпали с данными, полученными методом ИФА.

Что делать?

К сожалению, четкого алгоритма предотвращения поражения кормового травостоя микотоксинами в настоящее время не существует. Контроль содержания микотоксинов должен начинаться с выбора сортов культур, устойчивых к фитопатогенам, использования чистых семян, строгого соблюдения агротехнологии, прежде всего системы чередования культур. Однако же, как показывает практика, придерживаться данных агроприемов очень трудно и экономически невыгодно. Агропредприятия обременены кредитами, что вынуждает их в первую очередь задумываться о получении дохода от возделывания сельхозкультур.

Эффективными мерами, позволяющими предотвратить дальнейшее накопление микотоксинов в силосных траншеях, является строгое соблюдение требований технологии уборки и хранения: высоты скашивания, длины резки растений, тщательной трамбовки растительной массы. Было доказано, что биологические закваски оказались более эффективны, чем химические консерванты. Необходимо использование биологических заквасок для силосования, а также укрытие заготовленного корма пленкой и применение гнета.

Закваски подавляют грибы и разрушают микотоксины

Важным этапом в направлении борьбы с токсигенными грибами и микотоксинами в силосе является использование силосных заквасок с повышенным уровнем антагонистической активности в отношении патогенов и кислотообразующей способностью, а также свойствами биотрансформировать микотоксины. В компании «БИОТРОФ» появился такой инновационный продукт — полиштаммовая закваска Биотроф 2+, сочетающая в себе полезные свойства двух видов молочнокислых бактерий. Бактерии, входящие в состав закваски, обладают выраженной антимикробной активностью в отношении патогенных микроорганизмов *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, грибов — продуцентов микотоксинов *F. oxysporum*, *F. graminearum*, *Asp. alliaceus* и др.

Был заложен модельный эксперимент по силосованию злаково-бобовых трав с использованием закваски Биотроф 2+ в сравнении с силосом без добавок с целью подробного анализа скорости подкисления.

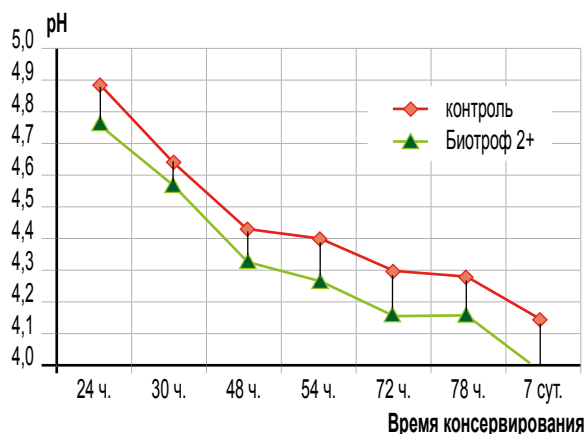


Рис. 3. Уровень pH в силосе из злаково-бобовых трав

Как видно из рис. 3, значение уровня pH в варианте с применением закваски Биотроф 2+ было ниже, чем в контроле, уже на 1-е сутки силосования. Полученный результат имеет большую практическую ценность, поскольку известно, что 1-е сутки силосования — это аэробная фаза созревания корма, которая является критическим периодом в становлении микрофлоры силоса. В данный период происходит бурное развитие аэробной микрофлоры, и следовательно, активных процессов брожения, приводящих к потере питательной ценности корма и накоплению микотоксинов.

Как показали результаты изучения уровня pH через 30, 48, 54, 72, 78 часов и 7 суток силосования, выявленная тенденция в варианте с добавкой Биотроф 2+ сохранялась в процессе дальнейшего хранения.

Кроме того, было проанализировано содержание микотоксинов, продуцируемых микроскопическими грибами травостоя и силоса, в контрольном варианте без добавок и в варианте с применением Биотрофа 2+ на 30-е сутки силосования (рис. 4).

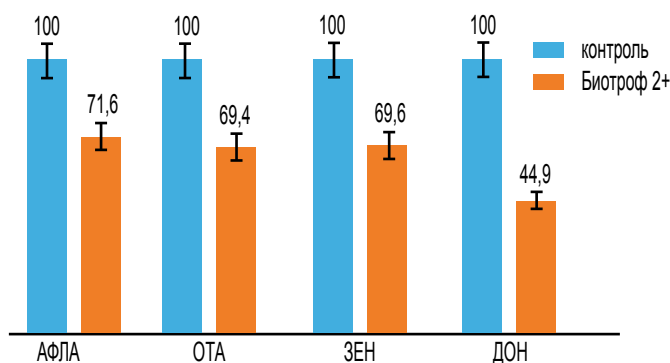


Рис. 4. Содержание микотоксинов в силосе, %

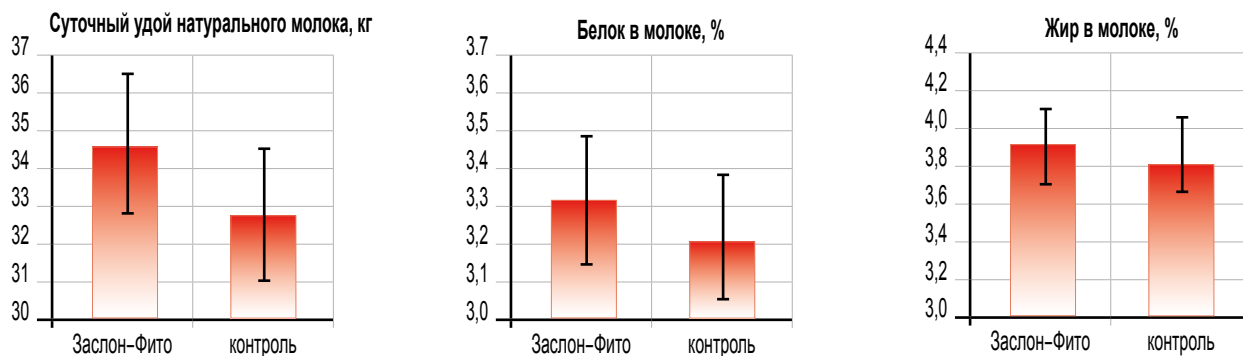


Рис. 5. Влияние сорбента Заслон-Фито на молочную продуктивность коров

Как показали результаты исследования, в варианте с применением Биотрофа 2+ наблюдалось резкое снижение содержания афлатоксинов (АФЛА), охратоксина А (ОТА), зеараленона (ЗЕН) и ДОН по сравнению с контролем от 28,2 до 55,1% (при $p \leq 0,05$). Позитивный эффект от применения новой закваски был связан с антимикробной активностью штаммов в составе препарата в отношении микромицетов, активной кислотообразующей способностью, а также свойствами биодеструкции микотоксинов.

Доказанная эффективность энтеросорбции

В связи с тем, что микотоксины поражают растения еще в поле, избежать их попадания на кормовой стол не всегда удается.

Снизить отрицательные последствия от проникновения микотоксинов в организм крупного рогатого скота возможно путем нейтрализации их при помощи сорбентов. За рубежом давно принято решение вводить по умолчанию сорбенты в состав всех премиксов. У нас в стране, к сожалению, сорбенты начинают вводить в рацион уже при явных клинических проявлениях воздействия микотоксинов, когда нарушения в организме животных могут быть необратимы.

Одним из наиболее перспективных сорбентов, используемых для профилактики микотоксикозов крупного рогатого скота, является инновационный комплексный препарат Заслон-Фито на основе уникального природного минерала органического происхождения и композиции эфирных масел.

Обжиг минерала при температуре свыше 800°C гарантирует отсутствие токсичных элементов (тяжелых металлов, пестицидов, хлорорганических соединений и др.), температура кипения которых существенно меньше температуры обжига. Кроме того, это существенно повышает удельную поверхность сорбента (до 40 га/кг), что в 20 раз выше, чем удельная поверхность клеточных стенок дрожжей — одного из самых распространенных действующих веществ других подобных сорбентов.

Композиция из растительных эфирных масел повышает иммунитет и резистентность организма к негативному влиянию микотоксинов. Помимо этого, эфирные масла обладают мощной антимикробной активностью, антиоксидантным и противовоспалительным эффектом.

Широкие испытания сорбента Заслон-Фито на дойных коровах, проведенные в одном из передовых хозяйств Ленинградской области, показали, что применение препарата в течение 71 дня оказывало выраженное воздействие на молочную продуктивность коров — способствовало повышению среднесуточного удоя на одну голову до 1,8 кг (рис. 5).

Радовало также сопутствующее увеличение содержания жира и белка в молоке у коров опытных групп.

Таблица 3

Эффективность применения сорбента Заслон-Фито для коров

Показатель	Контроль (без добавок)	Опыт (Заслон-Фито)
Афлатоксин М1 в молоке, ppт	47,3	39,8 (-15,9%)
Количество соматических клеток в молоке, тыс./см ³	239	169 (-29,3%)
Общий белок в крови, г/л (норма 72,0–86,0)	90,1	86,1

Содержание афлатоксина М1 в молоке коров, которым скармливали Заслон-Фито, снижалось на 15,9%, а количество соматических клеток в молоке уменьшалось почти на 30% (табл. 3). Попутно была зафиксирована нормализация уровня белка в крови коров в группе с применением Заслона-Фито. Дело в том, что отклонение уровня общего белка наблюдается при нарушении обмена веществ и функций

печени. В связи с этим отклонение от нормы данного показателя у коров контрольной группы могло быть связано с воздействием микотоксинов.

Параллельно анализировали состав микрофлоры в рубце коров с использованием современного молекулярно-генетического метода T-RFLP. Под влиянием применения Заслона-Фито происходила оптимизация микрофлоры рубца. Так, в опытной группе отмечено значительное увеличение доли рубцовых лактат-утилизирующих бактерий, особенностью метаболизма которых является синтез уксусной кислоты и других ЛЖК (рис. 6). Вероятно, это являлось причиной увеличения жирности молока в группе коров, потреблявших Заслон-Фито, поскольку уксусная кислота — это основной предшественник молочного жира.

Как видно из рис. 6, в опытной группе по сравнению с контрольной происходило снижение количества патогенов — стафилококков и фузобактерий — возбудителей мастита. Следствием этого являлось устранение воспалительных процессов в вымени и снижение соматических клеток в молоке.

В опыте на молодняке крупного рогатого скота было показано, что использование Заслона-Фито при выращивании телят от 1–3-месячного возраста благоприятно сказывается на здоровье животных, их росте и развитии. Так, например, среднесуточный привес увеличился на 18,3%.

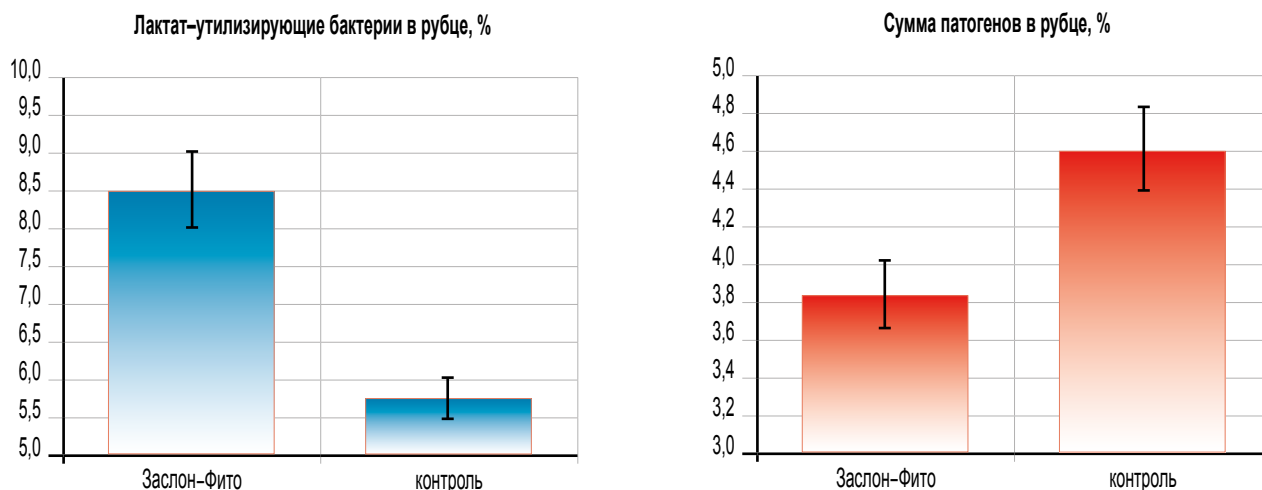


Рис. 6. Анализ состава микрофлоры рубца коров при помощи метода T-RFLP

Таким образом, микотоксины в фуражном травостое и консервированных кормах присутствуют в количествах, представляющих опасность для здоровья человека и животных. Кукуруза и люцерна — культуры, наиболее загрязненные микотоксинами. Усугубляет ситуацию то, что у высокопродуктивных жвачных животных практически отсутствует эффективная защита от микотоксинов в связи с серьезными нарушениями микрофлоры рубца. Загрязнение силоса микотоксинами является неизбежным риском, однако соблюдение профилактических мероприятий позволит минимизировать уровень их содержания. Важным этапом в направлении борьбы с токсигенными грибами и микотоксинами в силосе является использование силосных заквасок с повышенным уровнем антагонистической активности в отношении патогенов и кислотообразующей способностью, а также свойствами биотрансформировать микотоксины. С введением в рацион телят кормов для взрослых животных целесообразно начинать применение сорбентов в целях снижения негативного эффекта от воздействия микотоксинов на организм.