

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРОТКОЦЕПОЧЕЧНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ, КАК ПОКАЗАТЕЛЯ СОСТОЯНИЯ НОРМОБИОЦЕНОЗА КИШЕЧНИКА ТЕЛЯТ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МЕТАБИОТИКА «БИОТЕРМ»

Е. Р. ВЕЛЕВА

УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210024

(Поступила в редакцию 10.11.2021)

*Короткоцепочечные жирные кислоты относятся к значимым показателям, дающим характеристику состояния микробиома кишечника, так как являются одними из основных метаболитов бактерий, составляющих микробиоту, которая в свою очередь имеет важное значение для организма животного. Являясь результатом бактериального синтеза такие кислоты, как уксусная, пропионовая, масляная оказывают положительное действие на поддержание нормобиоценоза кишечника и организма в целом. Количество их напрямую зависит от количества и состава индигенной микрофлоры. Начиная с первых дней жизни животного данные кислоты присутствуют в кишечнике, так как действие полезной микрофлоры начинается уже во внутриутробный период, создавая благоприятные условия для развития в первую очередь бактерий родов *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, содержание которых должно быть преимущественно высоким.*

Влияние метабитика «Биотерм» на становление микробиоты кишечника у телят заключается в достаточно простом механизме действия, что делает его применение доступным, безопасным и экологичным. Биотерм относится к препаратам-метабитикам, которые наряду со своими предшественниками пробиотиками, пребиотиками, эубиотиками, синбиотиками, симбиотиками является наиболее усовершенствованным за счет отсутствия в нем живых бактерий, благодаря чему исключается любая возможность возникновения негативного действия на организм животного, так как даже полезные микроорганизмы являются для макроорганизма чужеродными.

*Профилактическое и лечебное действие препарата заключается в содержании метаболитов бактерий *Bifidobacterium bifidum 1*, важнейшими из которых являются короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК). Применение этого средства дает возможность создать оптимальные условия среды в кишечнике для роста и развития микроорганизмов, участвующих в формировании нормобиоценоза, являюще гося важным условием для здоровья организма животного.*

Ключевые слова: нормобиоценоз кишечника, метабитик, метаболиты бифидобактерий, короткоцепочечные жирные кислоты, микробиота кишечника.

*Short-chain fatty acids are significant indicators that characterize the state of intestinal microbiome, since they are one of the main metabolites of bacteria that make up the microbiota, which in turn is important for the animal's body. As a result of bacterial synthesis, acids such as acetic, propionic, butyric acids have a positive effect on maintaining the normobiocenosis of the intestine and the body as a whole. Their number directly depends on the amount and composition of the indigenous microflora. Starting from the first days of an animal's life, these acids are present in the intestine, since the action of beneficial microflora begins already in the prenatal period, creating favorable conditions for the development, first of all, of bacteria of the genera *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, the content of which should be predominantly high.*

The influence of metabiotic «Bioterm» on the formation of intestinal microbiota in calves consists in a fairly simple mechanism of action, which makes its use affordable, safe and environmentally friendly. Bioterm belongs to metabiotic preparations, which, along with their precursors probiotics, prebiotics, eubiotics, synbiotics, symbiotics, are the most improved due to the absence of living bacteria in it, which eliminates any possibility of a negative effect on the animal's body, since even beneficial microorganisms are foreign to the macroorganism.

*The preventive and therapeutic effect of the drug consists in the content of metabolites of the bacteria *Bifidobacterium bifidum 1*, the most important of which are short-chain fatty acids (SCFA). The use of this agent makes it possible to create optimal environmental conditions in the intestine for the growth and development of microorganisms participating in the formation of normobiocenosis, which is an important condition for the health of the animal's body.*

Key words: intestinal normobiocenosis, metabiotic, metabolites of bifidobacteria, short-chain fatty acids, intestinal microbiota.

Введение

К КЦЖК, представляющим собой результат бактериального синтеза, относят в первую очередь уксусную, пропионовую и масляную кислоты. Данные кислоты имеют огромное значение для организма животного, особенно в период его роста и развития. Это и участие в создании колонизационной резистентности, и поддержание бактериального равновесия, а также противовоспалительное действие, энергообеспечение и многое другое, о чем более подробно разберемся ниже.

Короткоцепочечные жирные кислоты – сборное название ряда предельных одноосновных карбоновых кислот с количеством атомов углерода не более шести. Первостепенными КЦЖК, продуцируемыми в толстом кишечнике, являются три кислоты: уксусная, пропионовая и масляная. Соли и эфиры перечисленных кислот, являющиеся их производными и также образующиеся в кишечнике, называются соответственно ацетат, пропионат и бутират. Данные кислоты и их производные являются результатом бактериального синтеза в процессе ферментации пищевых волокон и в дальнейшем играют важное функциональное значение для организма, участвуя в поддержании нормобиоценоза, в процессах метаболизма, работе иммунной системы, обеспечении противовоспалительного, противоаллергического действия.

Уксусная, пропионовая, масляная КЦЖК продуцируются довольно большим разнообразием родов бактерий. В частности, уксусная кислота является метаболитом резидентных микроорганизмов таких родов, как *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Ruminococcus*, *Bacteroides*, *Actinomyces*, *Eubacterium*, *Clostridium* и многих других. *Propionibacterium*, *Veillonella* образуют пропионовую кислоту и в меньшей степени уксусную. Основные продуценты масляной кислоты – *Bacteroides*, *Eubacterium*, *Clostridium*, *Fuzobacterium*.

Уксусная кислота для организма животного осуществляет ряд важных функций, к которым относятся моторная и секреторная работа кишечника, улучшение кровообращения слизистой кишечника, влияет на местный иммунитет. Пропионовая кислота оказывает выраженный антибактериальный эффект, активно участвует в энергообеспечении эпителия, а также способна блокировать адгезию патогенных микроорганизмов. Масляная кислота обладает противовоспалительным действием, способна восстанавливать трофику слизистой оболочки кишечника, регулировать процессы водно-электролитного баланса. Все эти кислоты создают благоприятные условия среды для роста индигенной микрофлоры и формирования нормо-биоценоза кишечника у животных [3–7].

Целью данных исследований стало количественное определение короткоцепочечных жирных кислот в фекалиях телят в первые недели жизни для отслеживания динамики в зависимости от состава микробиома кишечника, а также для сравнения данных показателей у животных с применением метабитика

«Биотерм» и животных с признаками диспепсии.

Основная часть

Для проведения данного опыта были созданы две группы животных: опытная и контрольная. Опытная группа включала в себя телят, которым с первого дня жизни, непосредственно перед выпойкой молозива, начали задавать препарат «Биотерм», с целью создания условий для стремительного формирования нормобиоценоза, который является гарантией высококачественного роста и развития животных, создания иммунитета, а также возможности осуществлять борьбу с патогенными микроорганизмами. Контрольная группа животных включала в себя телят, которым данный препарат не применяли. Содержание животных обеих групп и уход за ними осуществлялись согласно технологическим требованиям по выращиванию телят. Препарат «Биотерм» представляет собой метабитик, основным компонентом которого являются метаболиты бактерий, а именно *Bifidobacterium bifidum 1*, что и обеспечивает безопасность и эффективность его применения с первых часов жизни [1]. Третья группа включала в себя животных в возрасте 7 дней, у которых наблюдались признаки диспепсии.

Объектом исследований стали такие короткоцепочечные жирные кислоты, как уксусная, пропионовая и масляная, которые относятся к основным КЦЖК, образующимся в толстом кишечнике и являющимися метаболитами бактерий. Их содержание и количество, выражаемое значением массовой доли, определяли с помощью системы «КАПЕЛЬ-105М». Сущность данного метода основана на извлечении компонентов из твердых проб дистиллированной водой и количественном измерении методом капиллярного электрофореза.

Пробы фекалий для испытания отбирали у телят в возрасте 1 день, 7 дней, 14 дней, 21 день и 28 дней. Испытания проводили в двух повторениях для каждой пробы. Математические подсчеты проводили в стандартной программе «Excel».

Микробиота кишечника играет весомую роль в создании нормобиоценоза, ценность и актуальность которого нельзя преувеличить. Механизм этого действия напрямую связан со способностью бактерий синтезировать КЦЖК. Наши исследования показали, что в течение первых недель жизни у телят в период формирования нормобиоценоза количественное содержание уксусной, пропионовой и масляной кислот значительно изменяется. Эти кислоты были выбраны, так как именно они являются основными показателями здорового бактериального синтеза. Результаты проведенных испытаний отображены в табл. 1.

Таблица 1. Количество КЦЖК в фекалиях телят в первые недели жизни

Возраст животных	КЦЖК, массовая доля (%)							
	Уксусная		Пропионовая		Масляная		Процентное соотношение, %, уксусная/пропионовая/масляная	
	опытная группа	контрольная группа	опытная группа	контрольная группа	опытная группа	контрольная группа	опытная группа	контрольная группа
1 сутки	0,13	0,15	0,04	0,06	0,35	0,33	25/7,7/67,3	27,8/11,1/61,1
7 сутки	0,55	0,24	0,47	0,18	0,47	0,10	37/31,5/31,5	46,2/34,6/19,2
14 сутки	0,67	0,49	0,40	0,34	0,97	0,33	32,8/19,6/47,6	42,3/29,3/28,4
21 сутки	0,61	0,38	0,36	0,28	0,74	0,38	35,7/21/43,3	36,5/27/36,5
28 сутки	0,45	0,33	0,28	0,22	0,65	0,35	32,6/20,3/47,1	36,7/24,4/38,9

В первый день жизни телят, исследуя меконий, были обнаружены все три интересующие нас КЦЖК, пусть и в незначительных количествах. Это подтверждает проведенные ранее исследования, которые заключались в определении состава кишечного микробиома новорожденных телят с помощью метода газовой хроматографии – масс-спектрометрии. Тогда мы пришли к важному выводу о том, что формирование нормобиоценоза кишечника начинается еще во внутриутробный период и включает в себя достаточное видовое разнообразие микроорганизмов. Поэтому, конечно же, уксусная, пропионовая и масляная кислоты присутствовали в меконии, так как являются продуктами жизнедеятельности индигенной микрофлоры [2].

Далее, по мере заселения резидентными микроорганизмами, составляющими основу микробиома кишечника, а это представители таких родов, как *Actinomyces*, *Alcaligenes*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Eggerthella*, *Eubacterium*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Nocardia*, *Propionibacterium*, *Pseudonocardia*, *Rhodococcus*, *Ruminococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, можно отметить и увеличение содержания КЦЖК в исследуемом нами материале (табл. 1), что также показывает нам на четко прослеживаемую связь между бактериальным синтезом КЦЖК и формированием нормобиоценоза.

Формирование нормобиоценоза – непростой процесс, протекающий комплексно, включая в себя большое разнообразие факторов, как внешних, так и внутренних. Синтез КЦЖК бактериями – является одних важнейших, так как многообразие функций, которые они выполняют, играют решающую роль в комплектовании микробиома кишечника. Мы знаем из предыдущих исследований, что в первые дни жизни телят происходит напряженная борьба между индигенной и патогенной микробиотой, что является сложным процессом и требует вмешательства для создания условий, положительно влияющих на увеличение роста резидентных, в частности бактерий родов *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, и подавление условно-патогенных и патогенных микроорганизмов. В качестве серьезного оружия в такой борьбе мы предложили использовать метабиотик «Биотерм», в составе которого уже есть КЦЖК. Таким образом, сравнивая группы животных, которым задавали данный препарат с животными, его не применяющими, вывод очевиден (табл. 1) [1, 2].



Рис. Сравнительная характеристика содержания КЦЖК в фекалиях телят в разновозрасте при применении препарата Биотерм и без его применения

Наблюдается увеличение КЦЖК у животных опытной группы, которым применяли метабиотик, в несколько раз превышающее увеличение у животных контрольной группы (рисунок). В очередной раз мы убеждаемся в высокой эффективности применения данного средства, являющегося безопасным, экономичным и экологичным в первую очередь для молодняка сельскохозяйственных животных, обеспечивая создание высокопродуктивного поголовья.

Процентное соотношение рассматриваемых нами КЦЖК составило на протяжении всего рассматриваемого периода приблизительно одинаковое. В среднем это в опытной группе животных – 32,6 %:20,0 %:47,4 %, в контрольной – 37,9 %:25,3 %:36,8 %. Мы можем сделать вывод, что соотношение уксусной, пропионовой и масляной кислот у здоровых животных составляет 35 %: 23 %: 42 % соответственно.

Для сравнения мы создали группу животных, у которых наблюдались признаки дисбиотических нарушений – диспепсия. В результате полученные нами данные заметно отличались своим низким содержанием КЦЖК в кале. Процентное их соотношение при этом практически не изменилось 36 %:25 %: 39 % (табл. 2).

Таблица 2. Содержание КЦЖК у здоровых животных с применением метабиотика Биотерм и без него, а также у животных с признаками диспепсии

Группа животных, возраст 7 дней	КЦЖК, %			
	Уксусная	Пропионовая	Масляная	Процентное соотношение
Опытная	0,55	0,47	0,47	37/31,5/31,5
Контрольная	0,24	0,18	0,10	46,2/34,6/19,2
С признаками диспепсии	0,13	0,09	0,14	36,1/25/38,9

Низкое содержание КЦЖК у животных с признаками диспепсии по сравнению со здоровыми животными и особенно с животными, которым применяли «Биотерм», легко объясняется тем, что в данных случаях наблюдается преобладание патогенных микроорганизмов, что создает благоприятную среду для их дальнейшего роста и развития, синтез КЦЖК уменьшается, вследствие чего рН в кишечнике приближается к щелочным значениям, являющимися оптимальными для патогенной микробиоты.

Заключение

Уксусная, пропионовая и масляная кислоты обнаруживаются в кале животных начиная с первого часа после рождения, что говорит о том, что теленок уже при рождении имеет определенный состав микробиома кишечника. В дальнейшем, изменение количества этих кислот напрямую зависит от микроорганизмов, относящихся к индигенной микрофлоре, обладающей способностью бактериального синтеза КЦЖК. При дисбиотических нарушениях в кишечнике, приводящих к возникновению заболеваний, сопровождающихся диареей, количество КЦЖК снижается в несколько раз. А при применении метабиотика «Биотерм» показатели значительно выше. Таким образом, определение количества КЦЖК в фекалиях животных служит так называемым маркером, указывающим на состояние нормобиоценоза кишечника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вербицкий, А. А. Физико-химические свойства метабиотика «Биотерм» / А. А. Вербицкий, Е. Р. Велева, Ю. Г. Соболева // Ученые записки УО ВГАВМ. – Витебск, 2021. – Т. 57. – С. 15–19.
2. Вербицкий, А. А. Особенности формирования нормобиоценоза кишечника у телят в первые недели жизни / А. А. Вербицкий, Е. Р. Велева // Ученые записки УО ВГАВМ. – Витебск, 2020. – Т. 56. – С. 4–8.
3. Ерофеев, Н. П. Клиническая физиология толстой кишки. Механизмы действия короткоцепочечных жирных кислот в норме и при патологии / Н. П. Ерофеев, В. Г. Радченко, П. В. Селиверстов. – СПб: Форте Принт, 2012. – 56 с.
4. Плотникова, Е. Ю. Метабиотики — комплексное решение дисбиотических проблем при различных заболеваниях / Е. Ю. Плотникова, Т. Ю. Грачева // РМЖ. – 2018. – №5. – С. 72–76.
5. Тюренков, И. Н. Роль микрофлоры кишечника, состава пищи, grg41- и grg43-рецепторов к короткоцепочечным жирным кислотам в энергетическом обмене позвоночных животных / И. Н. Тюренков, Д. В. Куркин, Е. В. Волотова // Успехи физиологических наук. – 2017. – № 2. – С. 100–112.
6. Чиркин, А. А. Биохимия / А. А. Чиркин, Е. О. Даниченко. – М.: Медицинская литература, 2010. – 605 с.
7. Шевелева, М. А. Летучие жирные кислоты в пробиотических средствах и биологически активных добавках / М. А. Шевелева // Фармация. – 2010. – № 3. – С. 13–14.