



**Прямой источник энергии для здоровья кишечника.
Повышение продуктивных показателей животноводства за счет
использования солей масляной кислоты**

Современное интенсивное производство предполагает максимально эффективное использование животных. Кишечник с/х животных и птицы – это один из главных участков ЖКТ, где происходит окончательное переваривание и усвоение питательных веществ. В большей степени заключительный этап расщепления питательных веществ (пристеночное пищеварение) и весь процесс усвоения питательных веществ, берут на себя кишечные ворсинки.

Именно здоровый кишечник позволяет с/х животным, как можно дольше находиться на пике физиологической активности.

В этой связи актуальным продуктом на рынке является -Бутират Са и Na.

VEGAGROUP Предлагает Вам продукт защищенный бутират натрия - БутиЭнерджи+ и Бутират Кальция 90%. Все продукты имеют сертификаты соответствия, не содержат ГМО.

Для чего применяются бутираты?

- **Стимуляция темпов роста** (увеличение среднесуточного прироста живой массы на 3-5% - по результатам мета-анализа)
- **Улучшение конверсии корма** (снижение затрат корма на получение прироста на 0,02-0,05 единиц - по результатам мета-анализа)
- **Повышение сохранности** (в диапазоне 0,5-1,5% - по результатам мета-анализа)
- **Улучшение морфологического и гистологического состояния кишечника** (подтверждено лабораторными исследованиями при вскрытии)
- **Профилактика энтеритов** (подтверждено лабораторными исследованиями и результатами пат анатомических вскрытий)
- **Профилактика расстройств пищеварения**
- **Снижение бактериальной нагрузки на организм животных** (усиление слизистого барьера кишечника, подкисление пристеночной области кишечника)

Обоснование к применению

Достижения в области генетики и селекции привели к созданию современных пород и кроссов сельскохозяйственных животных, отличающиеся высочайшими продуктивными показателями. Для максимального раскрытия генетического потенциала животных необходимо создать оптимальные условия выращивания, важнейшими из которых является сбалансированное кормление.

В то же время для полноценного усвоения питательных веществ рациона необходимо, чтобы все органы пищеварительной системы были здоровы и в полной мере выполняли свои функции. Практика кормления показывает, что применение **солей масляной кислоты** способствует улучшению состояния кишечника, повышению эффективности кормления и улучшению производственных показателей животных.

Далее будут освещены следующие вопросы:

- **Справочная информация о функциях кишечника и важности его здоровья для сохранности и продуктивности животных;**
- **Причины нарушения целостности и функциональной активности кишечника;**
- **Механизм действия масляной кислоты;**
- **Причины необходимости и способы защиты солей масляной кислоты;**
- **Различия в использовании бутиратов натрия и кальция.**

Функции кишечника

Общеизвестно, что кишечник является отделом пищеварительной системы, в котором происходит окончательное переваривание и усвоение питательных веществ рациона. Однако функции кишечника значительно более многообразны и не ограничиваются исключительно пищеварением. Рассмотрим их более подробно.

- **Перистальтика.** За счет сокращения мышечного слоя кишечника осуществляется продвижение химуса по пищеварительному тракту, а также достигается постоянное перемешивание с пищеварительными ферментами, что способствует более полному перевариванию питательных веществ.
- **Секреторная функция.** В кишечном соке содержится большое количество пищеварительных ферментов, к числу которых относятся: *комплекс пептидаз (эрипсин), амилолитические ферменты (сахараза, мальтоза, изомальтоза, лактаза), кишечная липаза, фосфолипаза и ряд других соединений с гидролазной активностью.* Помимо этого, в кишечном соке присутствует энтерокиназа, которая активизирует протеолитические ферменты поджелудочной железы и другие ферменты, воздействующие на углеводы, жиры и продукты переваривания белков. Ферменты накапливаются в бокаловидных энтероцитах и выбрасываются в просвет кишечника по мере их созревания или под действием различных раздражителей.
- **Переваривание.** В кишечнике происходит окончательное переваривание питательных веществ под действием пищеварительных ферментов желудочного сока, желчи, сока поджелудочной железы и ферментов кишечного сока.
- **Всасывание.** Питательные вещества в основном всасываются в начальной части тонкого кишечника – 12-ти перстная и тощая кишки. Всасывание проходит двумя путями: непосредственной диффузией низкомолекулярных соединений и с помощью специализированной системы транспортных белков. Подвздошная кишка имеет меньшее значение в процессе всасывания и выполняет «аварийную» функцию – берет на себя процесс всасывания при повреждении проксимальных отделов кишечника. Питательные вещества всасываются через слизистую оболочку кишечника с помощью ворсинок – специализированных складок слизистой оболочки кишечника, многократно увеличивающих поверхность всасывания.

- **Иммунная функция.** Кишечнику принадлежит важнейшая роль в обеспечении иммунного ответа животных. Как известно, кишечник является самым большим органом иммунной системы, обеспечивающим эффективную местную защиту организма. Структурными элементами лимфатической системы кишечника являются: *солитарный лимфофолликул, пейеровы бляшки и мезентеральные лимфоузлы.* В кишечнике сосредоточено около 70% клеточных элементов иммунной системы, которые представлены *интраэпителиальными лимфоцитами, фолликулярными лимфоцитами, призматическими клетками, макрофагами, тучными клетками и гранулоцитами.*

Заметную роль в реализации иммунитета играет микрофлора кишечника, осуществляющая колонизационную резистентность, препятствующую проникновению патогенной микрофлоры через слизистую кишечника.

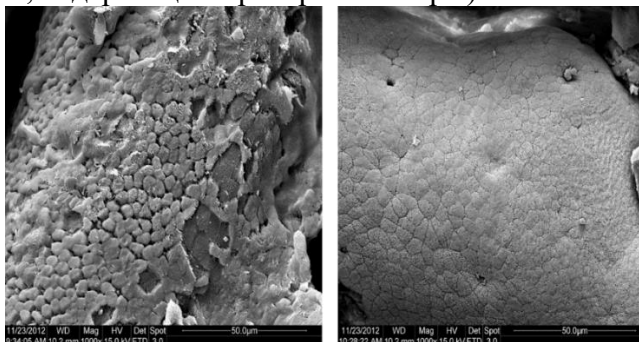
Помимо этого, слизистый барьер кишечника представлен и другими механическими, гуморальными и клеточными факторами, к которым относятся эпителий кишечника, слизь, секрет желудка и поджелудочной железы, лизоцим, фагоциты и другие иммунологические агенты.

- **Эндокринная функция.** Помимо пищеварительных ферментов, в клетках кишечника синтезируются гормоны, такие как *секретин, холецистокинин, энтерогастрон* и другие фармакоактивные агенты. Эти вещества влияют на процессы пищеварения, всасывания, моторику органов ЖКТ и функциональную активность желез внутренней секреции.

Повреждение кишечника

Описанное выше многообразие функций кишечника демонстрирует важнейшую роль этого органа для жизнедеятельности организма в целом и особенно для продуктивных показателей животных. Стоит отметить, что полноценно функционировать может только здоровый орган и кишечник не является исключением. При этом в процессе выращивания животных кишечник подвергается негативному воздействию различных факторов, нарушающих его целостность и снижающих его функциональную активность. К повреждающим факторам относятся:

- **Свободные радикалы** (угнетение ворсинок кишечника под действием перекисных липидов при скармливании кормов, содержащих прогорклые жиры)

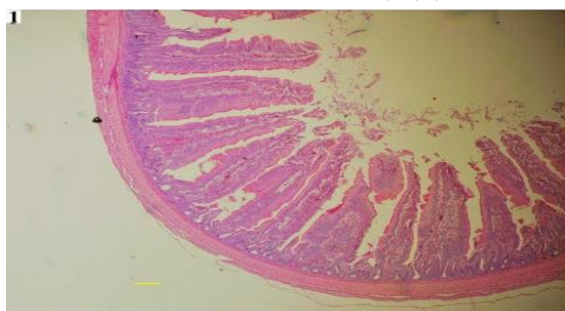


Результаты из: Texas A&M University 2012

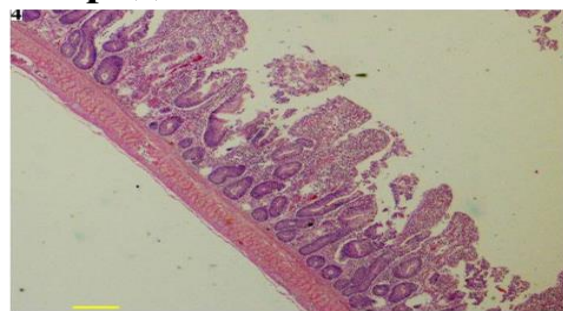
- **Патогенные микроорганизмы и их токсины** (повреждающее действие оказывают различные микроорганизмы, в том числе *E.Coli, Salmonella spp., Clostridium perfringens* и др.)

- **Инвазионные заболевания** (некротические повреждения кишечника наблюдаются при кокцидиозе)

Поражение кишечника при кокцидиозе и клостридиозе



Норма



Кокцидиоз и клостридиоз

- **Механические повреждения** (грубые частички корма, включая ости и пленки злаковых культур, травмируют слизистую кишечника, вызывая развитие энтеритов).

Полностью исключить воздействие негативных факторов на состояние кишечника в промышленном животноводстве практически невозможно, вследствие чего у животных часто наблюдается угнетение функций кишечника. Пат анатомически эти нарушения диагностируются в виде воспаленных очагов – энтеритов. Гистосрезы показывают значительное ухудшение состояния кишечных ворсинок и явление десквамации – разрушения кишечных ворсинок.

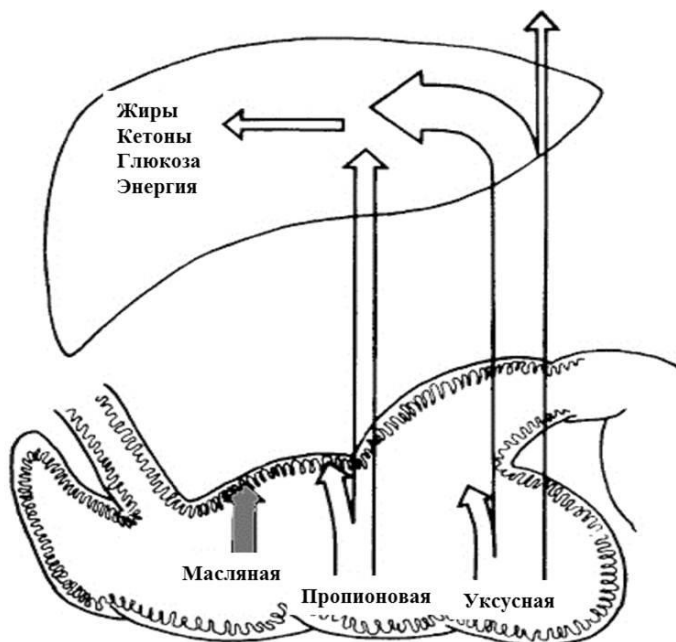
При этом у животных регистрируется снижение потребления корма, ухудшение или прекращение темпов роста, снижение эффективности кормления и ухудшение конверсии корма. Также наблюдается снижение сохранности животных при одновременном увеличении чувствительности животных к вторичным инфекциям.

Механизм действия масляной кислоты

Энтероциты являются одними из наиболее быстро делящихся клеток в организме животных. Полная смена энтероцитов осуществляется за период от 2-х до 5-и дней. Для пролиферации энтероцитов требуется огромное количество энергии. Для макроорганизма источниками энергии являются макроэргические компоненты корма: углеводы, жиры и белки. Часть энергии, полученной в ходе метаболизма макроэргических компонентов, поступает в кишечник. Однако этой энергии объективно недостаточно.

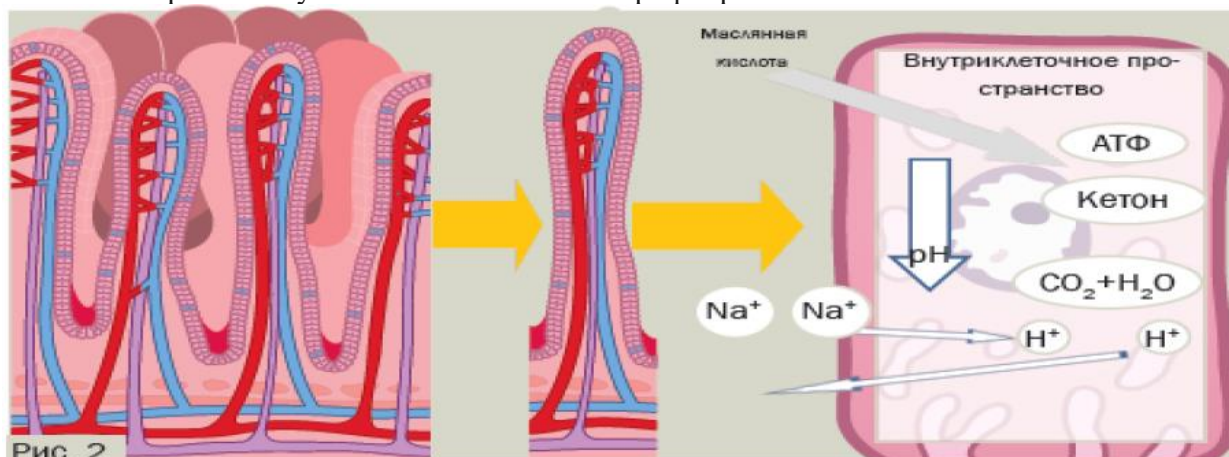
Прямыми источниками энергии для энтероцитов являются летучие жирные кислоты, важнейшими из которых являются уксусная, пропионовая и масляная. При этом только масляная кислота полностью используется энтероцитами в качестве источника энергии, необходимой для роста, развития и деления клетки. Пропионовая и уксусная кислоты усваиваются энтероцитами лишь частично, большая же их часть проникает в кровяное русло и участвует в обменных процессах так же, как белки, жиры и углеводы (рис. 1).

Рисунок 1. Метаболизм основных ЛЖК (JOHN L.1990)



Это связано со структурой и свойствами масляной кислоты. Данная кислота обладает как жирорастворимыми, так и водорастворимыми свойствами и относительно малой молекулярной массой, благодаря чему она легко проникает через клеточную мембрану энтероцитов. Там она окисляется до кетона и молекулы АТФ и за счет этого участвует в энергетическом обмене клетки, стимулируя развитие, рост и поддержание функций кишечника. В процессе данной биохимической реакции выделяется два атома водорода, которые и смещают рН баланс клетки в кислую сторону. За счет натрий-водородного обменного механизма Na поступает внутрь клетки, а атомы водорода попадают в кишечную полость и участвуют в

создании там кислой среды (рис. 2). В результате обеспечиваются неблагоприятные условия для существования и развития условно-патогенной микрофлоры.



Масляная кислота оказывает прямое воздействие на обменные процессы в энтероцитах, тем самым способствуя росту ворсинок кишечника в целом. Увеличение высоты ворсинок увеличивает площадь всасывания, благодаря чему происходит ощутимое улучшение переваривания и всасывания питательных веществ рационов, что способствует повышению продуктивности животных.

Резюмируем действие масляной кислоты в кишечнике животных:

- Улучшение морфо-гистологического состояния кишечника за счет повышения интенсивности пролиферации энтероцитов
- Восстановление эпителия кишечника, поврежденного различными агентами (свободные радикалы, токсины, механические повреждения и т.д.)
- Усиление пищеварительных процессов за счет более интенсивного выделения пищеварительных ферментов и гормонов бокаловидными клетками кишечника
- Увеличение высоты ворсинок кишечника, что влечет за собой повышение площади поверхности всасывания и более полное использование питательных веществ рациона
- Профилактика заболеваний инфекционных и инвазионных заболеваний за счет усиления слизистого барьера кишечника, стимуляции клеточного иммунитета, создание оптимальных условий для полезной микрофлоры и подавления условно-патогенных микроорганизмов за счет подкисления пристеночной области кишечника

Все это способствует значительному повышению продуктивных показателей животных и рентабельности производства сельскохозяйственной продукции.

Технологии защиты действующего вещества

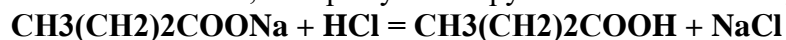
Чистая масляная кислота. Попытки включения масляной кислоты в рационы животных впервые были предприняты еще в 50-е гг. XX века. Однако применение масляной кислоты в чистом виде не давало хороших результатов, так как большая ее часть инактивировалась при прохождении через желудок или использовалась как источник энергии другими клетками слизистых оболочек ЖКТ и не достигала энтероцитов. В частности, в экспериментах В. Болтона и В. Дюара (1965 г) было установлено, что почти 60% от количества введенной в корма масляной кислоты всасывалось уже на уровне зоба птицы. После прохождения кормов через желудок практически вся масляная кислота разрушалась, а кишечника достигало менее 10% от начального уровня.

Помимо высокой активности в организме, чистая масляная кислота обладает таким негативным свойством, как летучесть, обуславливающая потери действующего вещества при хранении кормов. Еще одним недостатком, ограничивающим массовое применение масляной кислоты в кормлении животных, является чрезвычайно резкий неприятный запах, вызывающий раздражение дыхательных путей и провоцирующий аллергические реакции.

Соли масляной кислоты. Следующим этапом внедрения масляной кислоты стало ее применение в виде солей – бутиратов кальция и натрия. В отличие от чистой кислоты, соли менее летучи и не так агрессивны по отношению к органам дыхания.

Однако соли имеют те же негативные особенности, что и масляная кислота: высокий уровень потери активности при прохождении через кислую среду желудка.

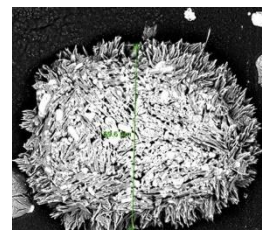
Попадая в желудок, бутираты вступают в реакцию с соляной кислотой с образованием хлорида и масляной кислоты, которая утилизируется слизистой желудка:



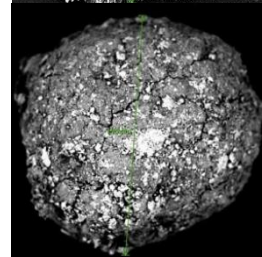
В связи с этим остро встал вопрос о защите бутиратов от взаимодействия с соляной кислотой желудка и снижения активности действующего вещества.

Способы защиты действующего вещества. В данный момент на Российском рынке представлены 3 основных формы бутиратов, соответствующие стадиям развития степени защиты действующего вещества:

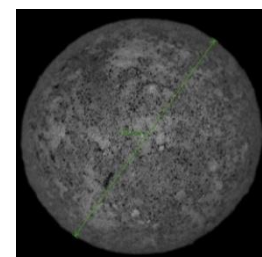
1. **Бутираты на носителе.** Соли масляной кислоты смешиваются с минеральной основой. Эта процедура улучшает гомогенность распределения бутирата в корме, однако не защищает действующее вещество от контактов с кислотой желудка. В результате дозировка данного продукта начинается от 1-2 кг и выше.



2. **Гранулированная форма.** Соли масляной кислоты на минеральном носителе, нередко с включением масляных компонентов, подверженные грануляции. Такая форма имеет большую степень защиты по сравнению с обычным размещением на носителе, так как определенная часть бутирата «спрятана» внутри гранулы. Однако бутират с поверхности гранулы, а также в случае нарушения ее целостности, из внутренней части контактирует с желудочным соком, что приводит к его инаktivации.



3. **Инкапсулированная форма.** Бутират на носителе покрывается липидной оболочкой. Защитная оболочка полностью защищает действующее вещество от взаимодействий с кислотой желудка, предохраняя действующее вещество от потери активности. Попадая в кишечник, защитная оболочка разрушается под действием липазы и происходит высвобождение бутирата. Такая технология защиты позволяет доносить 100% действующего вещества до энтероцитов. Более того, технология инкапсуляции позволяет значительно снизить норму ввода препаратов при сохранении их активности, что способствует повышению экономической эффективности их использования.



Различия в бутиратах натрия и кальция

Между двумя солями масляной кислоты есть ряд принципиальных различий, которые обуславливают особенности их применения. Эти особенности представлены в таблице:

Показатели	Бутират натрия	Бутират кальция
Химическая формула	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COONa}$	$(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COO})_2\text{Ca}$
Молекулярная масса	110	214
Концентрация масляной кислоты	79,1%	81,3%
Биологическая активность	Очень высокая	Средняя
Особенности растворения	Не зависит от pH среды	При pH больше 6 практически нерастворим

Бутират натрия имеет более высокую биологическую активность (вступает во взаимодействие с клетками организма непосредственно в месте контакта действующего вещества), а его растворимость не зависит от кислотности среды. Соответственно, для достижения энтероцитов и равномерного распределения во всех отделах кишечника бутират натрия нуждается в хорошей степени защиты, которую обеспечивает микрокапсуляция.

Бутират кальция имеет несколько более высокое содержание анионов масляной кислоты по сравнению с натриевой солью. При этом реакционная способность и биологическое действие у кальциевой соли выражены меньше, а растворимость находится в прямой зависимости от pH среды. В связи с этими особенностями, кальциевая соль не нуждается в столь сильной защите, как натриевая. Для полноценного действия соли кальция достаточно грануляции, способствующей повышению сохранности действующего вещества в процессе хранения и при производстве кормов. Отсутствие масляной защиты и дополнительных носителей позволяет увеличивать концентрацию действующего вещества до 90%.

Практика применения показывает высокую эффективность действия как натриевой, так и кальциевой солей масляной кислоты. Выбор действующего вещества зависит от решаемых производственных задач, технологии производства кормов и личных предпочтений специалистов по кормлению животных.