КормоРесурс
ТЕХНОЛОГИИ ВАШЕГО УСПЕХА

Гречишников В., кандидат с.-х. наук
Панин А., кандидат с.-х. наук
Михальчук Е.
ООО «КормоРесурс»

Оптимизация усвоения НДК

МАКСИМАЛЬНОЕ РАСКРЫТИЕ ПОТЕНЦИАЛА КОРМА

В новой статье мы расскажем о дополнительных резервах продуктивности молочных коров, эффективном использовании питательных веществ рациона, основанном на физиологии кормления с точки зрения здоровья рубца и коровы в целом, а также о дополнительных возможностях снижения оксидативного стресса и воспалений у коров без применения антибиотиков.

Реализация высокого генетического потенциала молочных коров зависит от множества факторов и предполагает как интенсивный обмен веществ у животных, так и способность их желудочно-кишечного тракта к максимально эффективному усвоению всех поступающих в организм компонентов рациона, соответствующего уровню их продуктивности.

Одной из важнейших задач в кормлении коров является обеспечение их энергией в критические периоды жизни – после отёла и в период раздоя. Дефицит энергии приводит ко множеству негативных последствий – от падения продуктивности и проблем с воспроизводством до кетоза и связанного с ним жирового перерождения печени.

Эта задача решается разными способами, которые, при нарушении норм питания, могут приводить к проблемам со здоровьем у животных: увеличение доли крахмала в рационе – к ацидозу; увеличение количества жира – к ухудшению переваривания клетчатки и депрессии молочного жира; использование защищённых жиров, при нарушении дозировки и длительном использовании, может приводить к липидозу печени, изменению жирнокислотного состава молока, нарушению воспроизводства; применение многоатомных спиртов пропиленгликоля и глицерина в больших дозах и на протяжении длительного периода – к угнетению микрофлоры рубца, жировой дистрофии печени.

И только один путь увеличения количества энергии в рационе является полностью физиологичным, безопасным и перспективным – это повышение переваримости структурных углеводов основных кормов. Структурные углеводы представляют собой гемицеллюлозу, целлюлозу и лигнин. На практике, при составлении рационов обращают внимание нейтрально-детергентную клетчатку (НДК) и кислотно-детергентную клетчатку (КДК).

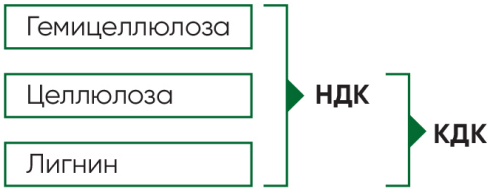


Рисунок 1. Что такое НДК?

От потребления и степени переваривания структурных углеводов во многом зависит энергообеспеченность организма коров, а также количество и качество молочного жира. Наличие оптимального содержания НДК в рационах стимулирует моторику рубца, жевательную активность, выделение слюны, обладающей буферными свойствами, что ведет к снижению кислотности рубца и предупреждению развития ацидоза.

Таблица 1.
Рекомендации по потреблению общего количества НДК и НДК из объёмистых кормов в % к СВ в рационе.

Молочная продуктивность	Общее потребление НДК	Потребление НДК из объемистых кормов
высокая (>36 кг)	28-32%	21-27%
средняя (27-36 кг)	33-37%	25-32%
низкая (<27 кг)	38-42%	29-36%

Уровень НДК обратно пропорционален уровню потребления сухого вещества корма, а концентрация КДК – уровню его переваримости. Чем хуже переваримость НДК и выше КДК, тем дольше корм остается в рубце и ниже потребление корма. Кормосмесь, содержащая НДК, быстро деградирующую в рубце, быстрее проходит через желудочно-кишечный тракт, способствуя увеличению потреблению сухого вещества. Например, повышение переваримости НДК кукурузного силоса на 13% увеличивает потребление сухого вещества на 5,5%. Oba и Allen (1999) провели обзор исследований по кормлению молочного скота и пришли к выводу, что увеличение переваримости НДК *in vitro* или *in situ* на 1% связано с увеличением потребления СВ на 0,18 кг и с увеличением надоя на 0,225 кг на корову в день с поправкой на 4% жира. Исследования, проведенные Университетом Висконсина (Combs, 2015), продемонстрировали тесную корреляцию между усвоением кормовой клетчатки (НДК) и удоем. Чем выше переваримость НДК, тем выше молочная продуктивность дойной коровы. В их исследованиях увеличение переваримости НДК на 2–3 % обеспечивает дополнительную энергию, достаточную для поддержания около 1 фунта (0,45 кг) дополнительного удоя.

Переваримость нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) определяется её химическим составом, то есть соотношением целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина. А это, в свою очередь, зависит от ботанического вида заготавливаемой культуры, ее генетики, климатических условий и сроков заготовки. Чем старше растение, тем больше в нём лигнина. Заготовка в оптимальные сроки позволяет получить корм с высокой переваримостью НДК. Кроме того, большое значение имеют такие технологические параметры, как высота среза – например, кукуруза, скошенная на силос на высоте 40–50 см, имеет высокие показатели переваримости НДК за счёт отсутствия лигнифицированного стебля, а низкая высота среза приводит к существенному снижению переваримости и органического вещества и переваримости НДК.

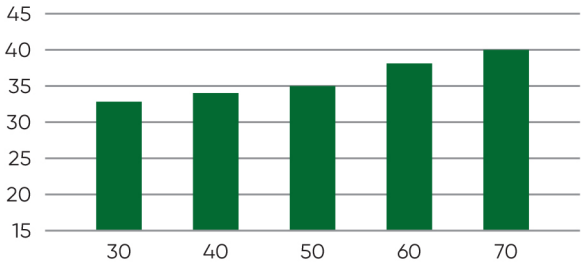


Рисунок 2. Усвоение НДК, %.

По данным учёных, на каждые 5 % повышения переваримости НДК, молочные коровы увеличивают потребление сухого вещества на 0,63 кг, а молочную продуктивность – в среднем на 0,9 кг.

Анализируя данные переваримости НДК, всегда можно определить, какой корм лучше использовать для высокопродуктивных коров, а какой оставить низкопродуктивным. Количество и переваримость НДК фактически управляет потреблением сухого вещества корма животными и их продуктивностью. Качественные корма с хорошей переваримостью позволят использовать меньше концентратов, оказывающих негативное влияние на функционирование рубца и состояние здоровья животных. Как показывает практика, качество и переваримость кормов, заготавливаемых в РФ, довольно низкое.

Таблица 2.
Данные переваримости НДК в кормах РФ по данным лаборатории «АГРОФИНС» за 2023 год.

Показатель	Среднее значение	Лучшие
Силос кукурузный	56,5	66,8
Сенаж злаковые травы	61,0	82,5
Сенаж злаковые + бобовые	54,7-56	72,5
Сенаж люцерна	39,4	65

Благополучие, жизнедеятельность и состояние здоровья жвачных животных критически зависят от благополучия микробных сообществ, обитающих в рубце. Производимые ими метаболиты, такие как ЛЖК (ацетат, пропионат и бутират), предоставляют примерно 80% от общих энергетических потребностей жвачных (Zeineldin et al., 2018). Поэтому, в последнее время, одним из приоритетных направлений исследований является обеспечение оптимального состояния микробной популяции рубца у жвачных животных. Наиболее эффективно – стимулирование развития и модулирование микробиоты рубца, особенно стимулирование ассоциации целлюлозолитиков, лактат-утилизаторов и угнетение прочих членов микробного сообщества, продуцирующих метан и ферментирующих крахмал до молочной кислоты.

Несколько лет назад итальянской компанией SILO International, в научном сотрудничестве с Пармским университетом, был создан продукт для повышения переваримости НДК **FIBER Digest.**

FIBER Digest модулирует рубцовую микробиоту, увеличивая количество и активность целлюзолитической микрофлоры. Кроме того, **FIBER Digest** оказывает эмульгирующее действие на жиры рациона, уменьшая количество насыщенных жирных кислот на поверхности волокон клетчатки в рубце, облегчая к ним доступ целлюлозолитической микрофлоры, которая активно перерабатывает клетчатку и размножается. Эмульгированные жиры стимулируют рост простейших, которые, как известно, используют около 45% клетчатки в рубце. Это приводит к увеличению количество микробиального протеина, доступного для животного.

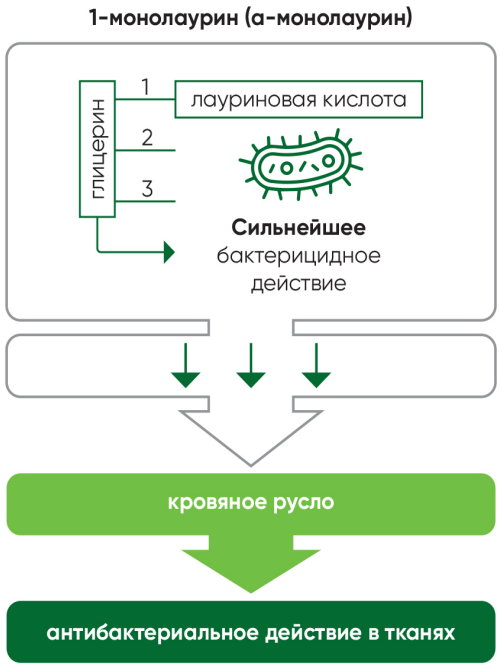


Рисунок 3. Влияние Fiber Digest на рост и развитие рубцовой микробиоты.

Положительное воздействие **Fiber Digest**, подтверждённое опытами, приводит к увеличению переваримости НДК рациона почти на 18 % уже в течение 24 часов.

Таблица 3.
Результаты опыта на искусственном рубце, Университет Пармы, кафедра ветеринарно-медицинских наук.

Время, часов	Переваримость НДК,%		Разница
	контроль	Опыт Fiber Digest 5 г/кг СВ	
0	34,8	34,8	
4	20,18	26,29	+6,11
12	33,39	37,03	+3,64
24	40,88	58,79	+17,91

Таким образом, **FIBER Digest** обеспечивает максимально эффективное усвоение НДК и жиров рациона, а также увеличивает количество микробиального протеина. Опыты с **FIBER Digest** подтверждают, что в дозировке 5 граммов на 1 кг СВ продуктивность коров увеличивалась на 3–4 кг молока в сутки на голову, а жир молока – на 0,1–0,3%.

Кроме того, 1-моноглицериды обладают рядом иных полезных свойств. Они оказывают выраженное бактерицидное действие по отношению к широкому спектру патогенов, не зависящее от уровня pH окружающей среды, и одинаково эффективны на всем протяжении желудочно-кишечного тракта, а также могут транспортироваться к периферическим органам и тканям, где оказывают противовоспалительное действие.

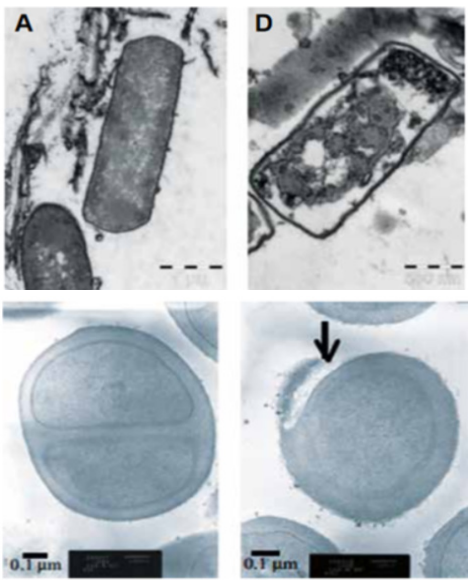
Моноглицериды короткоцепочечных жирных кислот (КЦЖК) – пропионовой (С3), масляной (С4), входящих в состав **FIBER Digest** – оказывают благотворное воздействие на энтероциты и иммунные клетки кишечника, усиливая местный иммунитет, моторную активность кишечника и его барьерную функцию, участвуют в регуляции

пролиферации кишечного эпителия кишечника и в его энергообеспечении, синтезе липидов и строительстве клеточных мембран, сохранении целостности клеток слизистой и регенерации клеток тканей, оказывают противовоспалительное действие. Они обладают направленным антибактериальным действием, в большей степени в отношении грамотрицательной микрофлоры – сальмонелла, кишечная палочка.

Моноглицериды среднецепочечных жирных кислот (СЦЖК) – каприловой (С8), каприновой (С10) и лауриновой (С12) кислот, входящих в состав **FIBER Digest**, оказывают противовоспалительное и иммуномодулирующее действие в тканях, проявляют выраженную антибактериальную активность против грамположительной микрофлоры – стафилококков, стрептококков, листерий и клостридий, а также грамотрицательных патогенов – кишечной палочки и сальмонеллы.

В просвете кишечника липазы не распознают 1-моноглицериды как субстрат и не могут разрушить связь между глицерином и кислотой в позиции -1, а после всасывания в энтероциты 1-моноглицериды почти не распознаются как субстрат ацилтрансферазы. По этой причине моноглицериды попадают в портальную вену и, циркулируя в кровотоке, в органы и ткани, где и оказывают антибактериальное действие.

Почему 1-моноглицериды жирных кислот избирательно действуют только на патогенные бактерии и не оказывают отрицательного воздействия на симбионтную микрофлору? Полезную микрофлору в рубце от действия 1-моноглицеридов предохраняют избирательное питание и гликокаликс, слой которого защищает бактерии от бактериофагов, бактериоцинов и воздействия антибиотиков. Уязвимость патогенных бактерий связана со строением их клеточной мембраны. Благодаря наличию одного липофильного и одного гидрофильного «хвоста» и совместимости с гидрофильными и липофильными мембранными структурами (липотейхоевой кислотой), 1-моноглицериды разрушают мембраны патогенных бактерий, вследствие чего нарушается структура цитоплазмы, и бактерии погибают. Этот механизм действия схож с действием лизоцима и некоторых производных представителей нормофлоры кишечника. Вероятно, схожесть механизма действия моноглицеридов с естественными метаболитами нормофлоры и иммунитета организма, обеспечивает невосприимчивость полезной микрофлоры кишечника к этим соединениям (Schlievert et al., 2012).



Влияние 1-монолаурина на C.perfringens. А-контроль, D – под воздействием 5 мг/мл 1-монолаурина.

Влияние 1-монолаурина на S. Aureus. Слева контроль, справа – через 120 мин. воздействия 0,1 мг/мл 1-монолаурина.

Рисунок 6. Влияние 1-моноглицеридов на патогенную микрофлору.

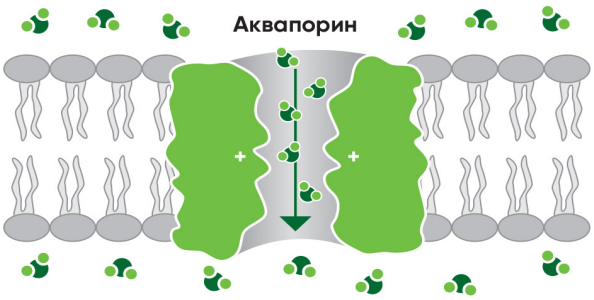


Рисунок 7. Проникновение 1-моноглицерида в бактерию через аквaглицеропорин.

Глицерин используется грамотрицательными бактериями в качестве питательного вещества, он попадает внутрь бактериальной клетки через специальные транспортные белки – аквaглицепорины, встроенные в структуру клеточной мембраны и предназначенные для транспорта воды и глицерина внутрь клетки. В связи с наличием глицерина в составе молекулы моноглицеридов, данный транспортный механизм путает их с глицерином и позволяет проникнуть внутрь клетки. Попав внутрь, 1-моноглицерид инактивирует островки патогенности SPI, а также систему секреции третьего типа T3SS.

Наличие этих механизмов препятствует формированию резистентности к ним у патогенных микроорганизмов, поэтому моноглицериды являются реальной альтернативой антибиотикам.

Применение **FIBER Digest** позволяет:

– повышать продуктивность коров, наиболее безопасным и физиологичным способом, увеличивая эффективность использования питательных веществ и повышения продукции микробиального протеина;

– формировать правильный микробиоценоз в рубце и в кишечнике, поддерживать иммунный статус животных, снижая проявления оксидативного, теплового стресса и купируя различные воспаления;

– ингибировать широкий спектр патогенной микрофлоры, не формируя резистентности, что позволяет значительно уменьшать использование антибиотиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lopes, F. D.E. Cook, and D.K. Combs. 2015. “Effects of varying ratios of corn silage to alfalfa silage on digestion of neutral detergent fiber in lactating dairy cows”. J. Dairy Sci. 98:6291-6303.
2. «Методическое руководство по определению нейтрально– и кислотно-детергентной клетчатки в кормах и биологических средах и использованию этих фракций в кормлении крупного рогатого скота», Ветеринария. ВУЗ: ГБПОУ ОК, https://studfile.net/preview/6855452/.
3. Грушкин А.Г., Шевелёв Н.С. «О морфофункциональных особенностях микробиоты рубца жвачных животных и роли целлюлозолитических бактерий в рубцовом пищеварении», Сельскохозяйственная биология, 2008, № 2, с. 12–19.
4. Киркланд.Р., «Жирные кислоты в программах кормления молочных коров» https://direct.farm/post/zhirnyye-kisloty-v-programmakh-kormleniya-molochnykh-korov-16753?ysclid=lqe6ry0x8282441003.
5. Презентации компании Silo International.
6. Кручинин. А. «Антибиотики vs Бактерии. Война бесконечности или всему есть предел?», https://biomolecula.ru/biomoltext/bio-mol-tekst-2019.
7. Патрик М. Шливерт, Марни Л. Петерсон , «Монолаурат глицерина обладает антибактериальной активностью в бульонных культурах и биопленках», PLoS One 2012;7(7): e40350. doi: 10.1371/journal.pone.0040350. Epub , 11.06.2012.
8. Парини М., «1-Моноглицериды: контроль патогенной микрофлоры без антибиотиков», журнал «Комбикорма», № 6, стр. 54–57.