

# Calf Notes.com

## Заметка о телятах №173. Влияние ацидоза рубца на пищеварение у телят

### Введение

В предыдущих заметках о телятах ([170](#), [172](#)), была выдвинута идея, что подострый ацидоз рубца (SARA, subacute ruminal acidosis) преобладает у маленьких телят в процессе развития рубца и это явление уменьшает переваривание клетчатки, увеличивает риск возникновения диареи, и, возможно, влияет на увеличение риска возникновения проблем со здоровьем. Далее я предположил, что физическая форма рациона, выбор ингредиентов стартера и исключение фуража могут повлиять на подострый ацидоз рубца.

Я получил по электронной почте письмо от коллеги, который указывал на работу Porter et al. как на пример влияния подострого ацидоза рубца на перевариваемость в зависимости от гранулированных и рассыпных стартеров без мешающего влияния фуража.

Поэтому целью данной заметки о телятах является детальное рассмотрение исследования Porter et al., чтобы определить влияние формы рациона (гранулы против мешанок) и количества клетчатки (высокого, низкого) на развитие рубца и возникновение ацидоза рубца.

### Исследование

Исследование было проведено в 2 повторах (параллельных опытах). В первом опыте 32 телки голштинской породы были получены с местного аукциона по продаже скота в возрасте около 3 дней. После прибытия телок помещали в приподнятые клетки (подстилку не использовали) и давали им заменитель молока. Его количество увеличивалось от 272 г/день (0,6 фунта) по прибытии до 544 г/день (1,2 фунта), начиная с 12-го дня до отъема. Телят отнимали, когда они съели около 700 г/день в течение 4–5 дней.

Были составлены два стартера для телят (СТ): бедный и богатый клетчаткой (см. таблицу 1). Одну половину каждого стартера скармливали в гранулированном виде, а вторую — в виде муки.

Поэтому всего в опыте было 4 вида кормов. Содержание питательных

веществ в стартерах представлено в таблице 2. Обратите внимание: хотя в рационы с соответствующим содержанием клетчатки были включены одни и те же ингредиенты, содержание питательных веществ несколько различалось, возможно, из-за влияния гранулирования (например, в гранулированных кормах содержание НДК было выше, чем в мешанках). Гранулирование также уменьшало размер частиц в каждом виде корма (таблица 2).

Показатели телят представлены в таблице 3. Среди них несколько показателей заслуживают внимания. Во-первых, телята, которых кормили мешанками, ели больше СТ с 5-й по 8-ю недели и в результате росли быстрее. Важно отметить, что размер частиц в мешанках был больше, чем

Ингредиент	Низкое содержание клетчатки	Высокое содержание клетчатки
Кукуруза и кукурузная мука	0,0	20,0
Дробленая кукуруза	33,8	0,0
Овсяные хлопья	35,0	25,0
Свекловичный жом	0,0	16,0
Пивная дробина	0,0	10,0
Соевая мука (50%)	20,7	18,0
Меласса	7,0	7,0
Другие ингредиенты	4,0	4,0

Таблица 1. Состав ингредиентов бедных и богатых клетчаткой стартеров

в гранулах, — такой рацион не относится к стартерам на основе муки мелкого помола. Средний размер частиц в мешанках был 2014 мкм, или около 2,0 мм в длину. Этого оказалось достаточно, чтобы способствовать более раннему началу жевания жвачки: телята, которых кормили мешанкой, начинали жевать жвачку в возрасте 3,7 недели по сравнению с возрастом 6,0 недели у телят, которым давали гранулы.

Второй важный показатель в результатах исследования — фекальный балл телят. Фекальный балл в работе авторов — это число случаев, когда фекалии телят имели жидкую или полужидкую консистенцию за время проведения 8-недельного опыта. У телят, которых кормили мешанкой с высоким содержанием клетчатки, было меньше случаев жидких фекалий по сравнению с телятами, которым давали мешанку с низким содержанием клетчатки или гранулы с высоким содержанием клетчатки.

Далее обратите внимание на среднесуточный прирост телят. За первые 4 недели опыта телята набирали менее 200 г/день. Используя СПМ для расчета общего роста, мы вычислим, что телята (в среднем для разных групп) в начале опыта весили 39,3 килограмма (87 фунтов), а по окончании — 59,8 килограмма (132 фунта). Очевидно, что в опыте не удалось приблизиться к цели удвоения массы телят к двухмесячному возрасту. Некоторые факторы могут быть причиной относительно низких уровней СПМ: молозивный статус (хотя о величине ОБ в сыворотке телят на момент прибытия в работе не сообщается), стресс от перевозки (телят приобрели на аукционе по продаже скота), малое количество скармливаемого ЗЦМ и, возможно, ацидоз рубца.

Питательное вещество	НК-Г	НК-М	ВК-Г	ВК-М	ЗЦМ
Сухое вещество, %	89,6	89,5	89,7	87,9	94,8
Сырой белок, %	22,8	24,5	24,4	20,7	25,9
Сырой жир, %	2,9	3,1	2,7	2,4	19,3
Зола, %	6,9	7,6	7,4	6,5	8,8
НДК, %	20,2	16,9	26,9	29,0	
КДК-азот, %	2,2	1,7	3,2	2,7	
МЭ, Мкал/кг	2,71	2,88	2,54	2,73	
Средний размер частиц, мкм	741	2122	1036	1906	

Таблица 2. Состав питательных веществ стартеров с низким (НК) и высоким (ВК) содержанием клетчатки в гранулах (Г) и мешанках (М)

Авторы не сообщают об эффективности использования кормов у телят с 0-й по 8-ю недели опыта (хотя и указали эффективность после отъема), но мы можем рассчитать отношение прироста к кормам (П:К), используя данные опыта. Если рассчитать общий прирост МТ (СПМ × 56 дней) и затем разделить на потребление СВ (ЗЦМ + СТ), мы можем вычислить, насколько эффективно эти телята потребляли корм. Среднее отношение П:К для всех телят в период 0–8 недель было 0,318. Это означает, что телята набрали 318 грамм на каждый килограмм потребленного корма. Для оценки этих данных в более широком контексте следует отметить, что другие авторы сообщают о типичном отношении П:К более 400 грамм прироста на килограмм потребленного СВ (Bateman et al., Hill et al., 2007). С другой стороны, у телят в состоянии сильного стресса, с высокой степенью недостаточности передачи пассивного иммунитета отмечается низкая эффективность использования кормов; некоторые авторы сообщают, что телята набирают менее 200 грамм на килограмм потребленного СВ (Quigley и Wolfe, 2003). Качество белка также может влиять на отношение П:К (Quigley, 2002), и плохо переваренные белки могут снизить П:К с > 400 г СПМ/кг потребляемого СВ до < 250 г/кг. Lesmeister и Heinrichs (2004) сообщают о высоком отношении П:К (> 450 г СПМ/кг СВ) у телят, которых кормили стартерами, содержащими разные источники углеводов. Примечательно, что эти телята получали 4 литра молозива в течение 12 часов после рождения, их не перевозили и содержали в индивидуальных домиках, отдельно от других телят.

Во втором опыте бычков ( $n = 16$ ) выращивали в клетках для изучения метаболизма, а перевариваемость каждого рациона измеряли в течение 7–8-й недель. В конце 8-недельного опыта телят забивали и измеряли показатели рубца.

Показатель	НК-Г	НК-М	ВК-Г	ВК-М
Кол-во телят	8	7	8	9
Начальная МТ	39,4	38,6	40,4	38,9
<b>СПМ, кг</b>				
недели 0–4	0,14	0,16	0,13	0,19
недели 5–8	0,46 <sup>a</sup>	0,59 <sup>b</sup>	0,56 <sup>a</sup>	0,59 <sup>b</sup>
недели 0–8	0,30 <sup>a</sup>	0,38 <sup>b</sup>	0,34 <sup>a</sup>	0,44 <sup>b</sup>
Потребление ЗЦМ, кг	9,5	9,9	10,6	9,0
<b>Потребление СТ, кг</b>				
недели 0–4	8,1	9,4	9,3	11,1
недели 5–8	38,3 <sup>a</sup>	45,6 <sup>b</sup>	39,5 <sup>a</sup>	56,3 <sup>b</sup>
недели 0–8	46,4 <sup>a</sup>	54,5 <sup>b</sup>	48,8 <sup>a</sup>	66,7,4 <sup>b</sup>
Возраст отъема, дни	27	27	29	27
Фекальный балл	4,3 <sup>ab</sup>	6,6 <sup>b</sup>	5,9 <sup>b</sup>	1,7 <sup>a</sup>

Таблица 3. Показатели телят, которых кормили стартерами с низким (НК) и высоким (ВК) содержанием клетчатки в гранулах (Г) и мешанках (М)  
<sup>a,b</sup> Средние значения в рядах с разными верхними индексами различны ( $P < 0,05$ ).

Во втором опыте телятам давали те же рационы и ухаживали так же, как в первом опыте, поэтому результаты применимы к обеим группам.

Основные результаты второго опыта представлены в таблице 4. Вначале обратите внимание на то, что уровни клетчатки (НК против ВК) оказывали сильное и статистически достоверное влияние на перевариваемость большинства питательных веществ. В целом, у телят на богатых клетчаткой рационах было ниже переваривание СВ, жира, белка и энергии (ОКППВ — общего количества перевариваемых питательных веществ и ОЭ — обменной энергии). Было также отмечено влияние физической формы: у телят, которых кормили мешанкой, как правило, было выше переваривание СВ, клетчатки и энергии по сравнению с телятами, которым давали гранулированный рацион.

Показатель	НК	ВК	Г	М
<b>Перевариваемость, %</b>				
СВ	76,5 <sup>a</sup>	71,1 <sup>b</sup>	71,3 <sup>a</sup>	76,3 <sup>b</sup>
Эфирная вытяжка	75,4 <sup>a</sup>	67,9 <sup>b</sup>	69,4 <sup>c</sup>	73,9 <sup>d</sup>
Сырая клетчатка	26,6 <sup>a</sup>	37,0 <sup>b</sup>	23,7 <sup>a</sup>	38,9 <sup>b</sup>
Сырой белок	79,7 <sup>c</sup>	76,0 <sup>d</sup>	77,5	78,2
ОКППВ	74,5 <sup>a</sup>	69,2 <sup>b</sup>	69,5 <sup>a</sup>	74,2 <sup>b</sup>
НДК	46,1	45,4	39,7 <sup>a</sup>	51,9 <sup>b</sup>
ОЭ	64,3 <sup>a</sup>	60,4 <sup>b</sup>	60,2 <sup>a</sup>	64,5 <sup>b</sup>
рН в рубце	4,95	5,50	5,03	5,43
Длина сосочков, см	2,9	3,5	2,9	3,5

Таблица 4. Перевариваемость и параметры рубца у телят, которых кормили стартерами с низким (НК) и высоким (ВК) содержанием клетчатки в гранулах (Г) и мешанках (М) во втором опыте. Представлены только основные показатели  
Средние значения <sup>a,b</sup> в рядах с разными верхними индексами различны ( $P < 0,01$ ), а средние значения <sup>c,d</sup> различаются при  $P < 0,05$ .

Итак, что означают все эти наблюдения? Очевидно, что у телят на богатых клетчаткой рационах (28% НДК) было ниже переваривание питательных веществ по сравнению с телятами, которым давали бедные клетчаткой рационы (19% НДК). Одна из возможных причин этого (среди прочих) — то, что телята страдают от ацидоза рубца, их способность ферментировать клетчатку в рубце ослаблена и поэтому переваривание снижено. Далее, гранулированные корма с очень маленьким размером частиц выходят из рубца быстрее, поэтому у бактерий рубца меньше времени на то, чтобы ферментировать углеводы и вырабатывать ЛЖК. Как видно из данных таблицы 4, рН рубца у всех телят был очень низким — 5,0 или ниже. Очевидно, если предположить, что бактерии рубца у маленьких телят так же чувствительны к рН рубца, как и бактерии рубца у телят более старшего возраста, то в этом опыте ферментация в рубце была снижена. Поэтому, возможно, рационы с высоким содержанием клетчатки (которые могут быть более чувствительны к снижению рН в рубце) у телят с подострым ацидозом рубца ферментировались хуже. К тому же, скорость прохождения гранулированных рационов была выше, таким образом переваривание еще снизилось.

Могут ли различия в перевариваемости как-то быть связаны с рН рубца? В обоих случаях (высокое содержание клетчатки против низкого; гранулы против мешанок), существуют статистические различия в перевариваемости и отсутствуют статистические различия в значениях рН в рубце, что позволяет предположить, что различия в физической форме и содержании клетчатки не были связаны с подострым ацидозом рубца. С другой стороны, если бы у телят НЕ было подострого ацидоза рубца, возможно, ферментация в рубце была бы более полной и перевариваемость питательных веществ улучшилась бы у телят, которым давали гранулированные рационы и рационы с высоким содержанием клетчатки. Однако, чтобы доказать или опровергнуть эту теорию, нужны дополнительные исследования.

Можно посмотреть на эти данные с другой стороны: сравнить их с опубликованными данными исследований по перевариванию питательных веществ. В таблице 5 я сделал обзор некоторых опубликованных исследований по перевариваемости у телят, которым давали различные рационы. Как видно, есть много исследований на эту тему и результаты очень сильно различаются. Однако в целом, по-видимому, некоторые средние величины в работе Porter et al. ниже среднего, и можно предположить, что у телят в этом опыте перевариваемость была ниже, чем можно было бы ожидать при «нормальных» условиях. Однако для подтверждения этого наблюдения необходим метаанализ.

## Резюме

Результаты работы Porter et al. указывают на то, что различия в физической форме и содержании клетчатки в стартерах могут влиять на переваривание у телят, начиная с возраста 7–8 недель. Однако в данном исследовании значения рН в рубце позволяют предположить, что все телята страдали подострым ацидозом рубца по крайней мере часть дня (когда исследователи отбирали образцы). Наблюдаемые значения рН были очень низкими, что позволяет сделать выводы: подострый ацидоз рубца в данном исследовании был значительной проблемой.

При низких значениях рН переваривание клетчатки ухудшается, а это может сдвинуть место переваривания из рубца в кишечник, что изменит доступность питательных веществ и показатели животных. Высокий уровень клетчатки и гранулированная форма стартера могут усилить проблему за счет увеличения скорости ферментации (в случае гранул), снижения рН рубца и увеличения скорости выхода пищи из рубца.

Животноводы могут улучшить эффективность переваривания у телят, которым дают хорошо ферментируемые стартеры, путем обеспечения регулярного потребления кормов в течение дня (т. е. необходимо убедиться, что корм всегда доступен), обеспечения адекватного запаса свежей воды, достаточного места в загонах (если телята содержатся в группах) и обеспечения

достаточного пассивного иммунитета, чтобы избежать заболеваний и дать телятам хороший старт в развитии.

В одной из следующих заметок о телятах я оценю роль кормовых добавок в минимизации влияния подострого ацидоза рубца у телят.

### **Ссылки**

- Bateman, H. G., II, T. M. Hill, J. M. Aldrich, and R. L. Schlotterbeck. 2009. Effects of corn processing, particle size, and diet form on performance of calves in bedded pens. *J. Dairy Sci.* 92:782–789.
- Cummins, K. A., J. E. Nocek, and C. E. Polan. 1982. Growth and nitrogen balance of calves fed rations of varying nitrogen degradability and physical form. *J. Dairy Sci.* 65:773-783.
- Gomez-Alarcon, R. A. C. Dudas, and J. T. Huber. 1990. Influence of Cultures of *Aspergillus oryzae* on rumen and total tract digestibility of dietary components. *J. Dairy Sci.* 73:703-710.
- Hill, T. M., J. M. Aldrich, PAS, R. L. Schlotterbeck, and H. G. Bateman II. 2007. Amino acids, fatty acids, and fat sources for calf milk replacers. *Prof. Anim. Sci.* 23:401–408.
- Hill, T. M., H. G. Bateman II, J. M. Aldrich, and R. L. Schlotterbeck. 2010. Effect of milk replacer program on digestion of nutrients in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 93 :1105–1115.
- Khan, M. A., H. J. Lee, W. S. Lee, H. S. Kim, S. B. Kim, S. B. Park, K. S. Baek, J. K. Ha, and Y. J. Choi. 2008. Rumen development, nutrient digestibilities, and nitrogen utilization in Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 91:1140–1149.
- Khorasani, G. R., W. C. Saues, L. Ozimek<sup>3</sup> and J. J. Kennelly. 1991. Digestion of soybean meal and canola meal protein and amino acids in the digestive tract of young ruminants. *J. Anim. Sci.* 1990. 68:3421-3428.
- Lesmeister K. E., and A. J. Heinrichs. 2004. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in Neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 87:3439–3450.
- Porter, J. C., R. G. Warner, and A. F. Kertz. 2007. Effect of fiber level and physical form of starter on growth and development of dairy calves fed no forage. *Prof. Anim. Sci.* 23:395–400.
- Quigley, J. D., III. 2002. Effects of spray-dried whole egg and biotin in calf milk replacer. *J. Dairy Sci.* 85:198–203.
- Quigley, III, J. D., and T. M. Wolfe. 2003. Effects of spray-dried animal plasma in calf milk replacer on health and growth of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 86:586–592.

**Автор: д-р Джим Кигли (31 марта 2013 года)**  
**© Д-р Джим Кинли, 2013**  
**Calf Notes.com (<http://www.calfnotes.com>)**

	Porter				Khan				Khorasani		Gomez				Gomez			Gomez	
	НК	БК	Гранулы	Мешанки	Ячмень	Кукуруза	Овес	Пшеница	Соевая мука	ММ	Н, К	Н, АО	В, К	В, АО	К	SC	АО	К	АО
СВ	76,5	71,1	71,3	76,3	71,0	72,0	72,0	71,0	81,8	75,5	72,6	72,4	67,8	71,2	66,1	66,8	66,7	63,8	67,9
СБ	79,7	76,0	77,5	78,2	75,0	76,0	75,0	76,0	73,7	66,1	67,9	69,9	74,4	73,5	69,5	72,3	71,8	74,1	76,1
НДК	46,1	45,4	39,7	51,9	43,0	41,0	42,0	40,0			50,2	54,8	66,8	67,3	47,5	51,3	50,2	39,6	47,0
ПЭ	75,6	70,5	70,6	75,4	72,0	71,0	73,0	71,0											
Крахмал					89,0	89,0	87,0	87,0											
БАВ	81,9	77,1	77,4	81,6															
ОКППВ	74,5	69,2	69,5	74,2															
КДК	33,8	38,3	28,8	43,2							34,1	38,5	52,1	51,9	18,0	32,2	32,8	21,3	30,0
СК	26,6	36,0	23,7	38,9															
ОЭ	64,3	60,4	60,2	64,5															
ЭЭ	75,4	67,9	69,4	73,9															
ОВ											74,6	74,2	74,7	72,9	67,1	69,5	69,2	66,0	69,3

	Cummins										Hill				Всего			
	30GR	30CH	30CN	45GR	45CH	45CN	60GR	60CH	60CN		A	B	C	D	Среднее	Станд. откл.	Мин.	Макс.
СВ	69,5	61,4	84,8	61,4	58,7	83,2	58,7	74,3	81,5		75,6	78,3	78,7	67,3	71,3	4,3	63,8	81,8
СБ	62,5	64,5	74,5	48,4	45,1	74,5	56,5	68,2	73,1		72,4	72,3	74,1	71,8	73,8	3,5	66,1	79,7
НДК															48,5	8,4	39,6	67,3
ПЭ															72,4	2,1	70,5	75,6
Крахмал															88,0	1,2	87,0	89,0
БАВ															79,5	2,6	77,1	81,9
ОКППВ															71,9	2,9	69,2	74,5
КДК															35,0	10,1	18,0	52,1
СК															31,3	7,3	23,7	38,9
ОЭ															62,4	2,4	60,2	64,5
ЭЭ											70,3	75,4	76,3	75,4	71,7	3,6	67,9	75,4
ОВ											77,4	78,3	78,7	68,0	70,8	3,3	66,0	74,7

Таблица 5. Процент перевариваемости питательных веществ (%) у телят при разных типах питания в исследованиях АО — добавка *Aspergillus oryzae*, К — контроль, SC — добавка *Saccharomyces cerevisiae*. Более подробную информацию по каждому конкретному исследованию см. в соответствующих статьях в журналах.