

Calf Notes.com

Заметка о телятах №177. Взаимосвязь уровня питания и иммунитета у молодняка КРС — обзор

Введение

Взаимосвязь между питанием и иммунитетом теленка уже доказана и бесспорна. Правильное питание положительно влияет на иммунную систему, а часто — и на здоровье теленка. Неправильное питание, особенно недостаток белков/калорий, может ослабить иммунитет и предрасположить телят к болезням. Часто спрашивают, улучшится ли иммунная реакция телят от увеличения количества питательных веществ (т. е. уровня питания). Если некоторое количество питательных веществ — это хорошо, то лучше ли, если питательных веществ больше? Будут ли телята на гораздо «более высоком уровне» питания более устойчивы к болезням, будут ли они лучше расти?

Ответ на этот вопрос: не обязательно. Несмотря на заявления в статьях популярных изданий и рекламные кампании, данные исследований предполагают гораздо более сложный ответ на этот вопрос. Чтобы дать полный ответ, в этом обзоре будут рассмотрены некоторые недавние опубликованные исследования относительно уровня питания и иммунитета.

Важно понимать, что существует множество «частей» иммунной системы, и ни одна лаборатория, ни один тест для животных не в состоянии всесторонне оценить общий статус иммунитета. Как правило, исследователи оценивают один компонент иммунной реакции (например, реакцию на вакцинацию или способность иммунных клеток убивать патогены в культуре) на основе тестов, которые можно провести в лаборатории. Разные исследователи могут использовать различные тесты, поэтому несколько затруднительно экстраполировать их данные на реакцию животных в целом. К тому же, во многих опытах оценивают общие показатели здоровья животных, т. е. выживаемость, заболеваемость, баллы здоровья и т. д. Все эти измерения важны с экономической точки зрения и приводят к «сути» ответа на вопрос о здоровье и питании, но существует много факторов, не относящихся к питанию, которые также могут влиять на здоровье животных, поэтому часто требуется большое количество животных.

Иммунитет на уровне или ниже поддерживающего потребления

Поддерживающий функции организма уровень потребления, особенно поддерживающее потребление энергии, по-видимому, является важным порогом для иммунитета. То есть если кормить телят ниже поддерживающего уровня потребления, то иммунная реакция ухудшается. Мы определяем поддерживающее потребление энергии как количество энергии (в калориях), нужное животному для поддержания текущей массы тела (**МТ**). Конечно, маленькие телята стараются не только поддерживать МТ, но и расти. Поэтому в норме мы даем телятам больше энергии, чем нужно для поддерживающего потребления. Однако если кормить телят ограниченным количеством заменителя цельного молока (**ЗЦМ**; например, 454 г/день, или 1 фунт/день), особенно в холодную погоду, мы можем давать им недостаточно калорий, чтобы удовлетворить их потребности в энергии на поддержание. В таких ситуациях телята будут терять МТ, а их иммунная система будет подавлена.

Есть несколько исследований, которые позволяют предположить, что недостаточное потребление энергии обмена (**ЭО**) может ухудшить иммунную реакцию. Например, Godden et al. (2005) сообщают, что у телят, которых кормили цельным пастеризованным молоком, значительно реже возникали случаи лечения и летального исхода по сравнению с телятами, которым давали такое же количество ЗЦМ, особенно зимой (таблица 1).

В широко освещенном в печати отчете Корнеллского Университета Ollivett et al. (2012) сообщают, что у телят на высоком уровне питания была лучшая реакция на пероральное заражение *Cryptosporidium parvum*, чем у телят, которых кормили «стандартным питанием». Телята, которых кормили по стандартной программе, получали 0,49 килограмма 20/20 ЗЦМ в день (чтобы обеспечить 0,13 Мкал ЭО/кг МТ^{0,75}) до 21-го дня, тогда как телятам на высоком уровне питания давали 0,85–1,11 килограмма 28/20 ЗЦМ в день (чтобы обеспечить 0,23–0,30 Мкал ЭО/кг МТ^{0,75}) до 1–7-го и 8–21-го дня соответственно). Стартер телятам не давали. В этих условиях телята, получавшие питание по «стандартной» программе, потеряли в среднем 48 грамм МТ/день, а телята на высоком уровне питания набрали 433 грамм МТ в день.

Рацион мало влиял на балл здоровья, это позволяет предположить, что нагрузка криптоспоридий была недостаточной, чтобы вызвать тяжелую заболеваемость или смертность. У телят на высоком уровне питания наблюдалась лучшая реакция лимфоцитов и меньшее изменение объема осажденных эритроцитов (как показатель обезвоживания), чем у телят на стандартном питании. С другой стороны, во время исследования больше телят на высоком уровне питания отказывались по крайней мере от некоторого количества ЗЦМ (64% телят отказывались по крайней мере от одной порции) по сравнению с телятами на стандартной программе питания (11% телят).

Таблица 1. Влияние кормления ЗЦМ или цельным пастеризованным молоком на заболеваемость и смертность телят

Показатель	ЗЦМ	ЦПМ	P
Заболеваемость, %			
Общая	32,1	12,1	0,01
Зима	52,4	20,4	0,01
Лето	12,7	4,4	0,02
Смертность, %			
Общая	11,6	2,2	0,01
Зима	21,0	2,8	0,01
Лето	2,7	1,7	статистически незначимо

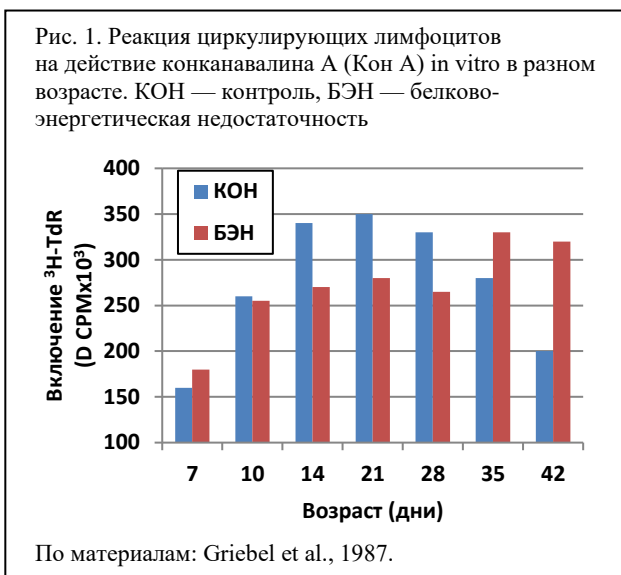
Источник: Godden et al., 2005.

В обоих исследованиях есть один важный момент: телят на «стандартном» питании кормили ниже поддерживающего потребления энергии. Большая часть случаев заболеваемости и смертности в исследовании Godden et al. (2005) возникала в зимние месяцы. Телятам в контрольной группе давали 454 г ЗЦМ/день (1 фунт), что удовлетворяет потребности в поддержании энергии и позволяет теленку набирать около 250 грамм (около 1/2 фунта) в день. Хотя количество ЗЦМ в холодную погоду увеличивали, по-видимому, увеличение было недостаточным, чтобы покрыть возросшую потребность в поддерживающей энергии при температуре примерно ниже 5 °С. Поскольку зимой в Миннесоте температура часто бывает ниже этого значения (даже в отапливаемом телятнике), то телята на питании ЗЦМ, скорее всего, получали энергию ниже поддерживающего уровня, по крайней мере часть своей жизни. К сожалению, о скорости роста летом и зимой не сообщается. Поскольку цельное пастеризованное молоко содержит больше ЭО и белков, чем ЗЦМ, телята на питании молоком меньше страдали от недоедания, у них был меньше подавлен иммунитет. Наблюдения Godden et al. (2005) сходны с наблюдениями Williams et al. (1981) — эти авторы сообщают об увеличении смертности телят, которых ежедневно кормили 0,3–0,4 килограмма ЗЦМ.

Было показано, что кормление ниже поддерживающего уровня потребления белков и энергии ухудшает многие аспекты иммунной реакции животного. Например, Griebel et al. (1987) нашли, что иммунные клетки телят, получавших диеты с ограниченным количеством белков и энергии, были менее способны реагировать на воздействие антигена (конканавалина А; рис. 1). Однако, когда телят переводили с питания низкого уровня на питание, аналогичное питанию телят в контрольной группе, способность лимфоцитов реагировать на инфекцию увеличивалась в течение семи дней до такого же уровня, как и до начала опыта, или выше. Таким образом, по-видимому, если переход на недостаточное питание обратим, он не имеет долговременного

влияния на иммунную реакцию теленка, по крайней мере, относительно бласттрансформации лимфоцитов.

К сожалению, у людей недостаточное питание белками и энергией встречается часто. Есть много доступных результатов исследований, которые документально подтверждают отрицательное влияние недостаточного питания на иммунитет (см. хороший обзор в работе Chandra, 1997). В научной литературе достигнуто согласие по поводу того, что недостаток белков и (или) калорий в питании ослабляет иммунитет, в частности у детей и пожилых людей. Неудивительно, что аналогичные результаты наблюдаются у телят, которым дают питание ниже поддерживающего уровня. Недостаток питания ослабляет иммунитет. Кормление телят рационом с недостаточным количеством энергии, особенно в холодную погоду, ухудшает иммунитет. Поэтому для адекватного здоровья теленка важно обеспечить ему адекватное питание.



Иммунитет при уровне питания выше поддерживающего

Возникает ли дополнительное повышение иммунной реакции, если кормить телят гораздо более высоким «уровнем» питания? В последние несколько лет эту теорию проверяли несколько исследователей. Рекомендацию кормить телят большим количеством ЭО и белка (часто до 1 килограмма 28% СБ ЗЦМ), чтобы усилить рост, часто сопровождают заявления, что такие программы питания также улучшают здоровье.

С точки зрения здоровья животного в целом имеется мало данных в поддержку идеи, что дополнительные питательные вещества улучшают здоровье теленка. Например, по данным Davis Rincker (2011), кормление телят дополнительным количеством ЗЦМ (телят в контрольной группе (КОН) кормили 20/20 ЗЦМ, 1,2% от МТ, а телят в интенсивной группе (ИНТ) — 30/15 ЗЦМ, 2,1% от МТ) не влияло на количество дней с высокой температурой и лечением антибиотиками по сравнению с телятами в контрольной группе (таблица 2). Однако число дней с диареей и фекальный балл были хуже, если телят кормили по интенсивной программе.

Таблица 2. Измерение показателей здоровья телят, которых кормили по стандартной или интенсивной программе до отъема

Показатель	КОН	ИНТ	Станд. отклонение	P
IgG в сыворотке, г/л	26,6	25,5	0,9	Статистически незначимо
Дни с высокой температурой	1,18	1,25	0,22	Статистически незначимо
Фекальный балл ¹	3,01	3,21	0,07	0,03
Дни с диареей	2,79	4,04	0,29	0,01
Дни лечения	2,38	2,73	0,62	Статистически незначимо
Кол-во телок при отеле	33	34

¹ Шкала оценки фекального балла: 1 = норма, 5 = жидкий стул.

По материалам: Davis Rincker et al., 2011.

В другом исследовании Hengst et al. (2012) сообщают, что у телят, которым давали ЗЦМ по интенсивной программе, было больше случаев диареи и респираторных заболеваний по сравнению с телятами на «стандартной» программе питания (таблица 3). Не отмечено влияния программы питания на способность животных вырабатывать специфические антитела при

вакцинации овалбумином (яичным белком). Некоторые сторонники интенсивного питания предполагают, что кормление дополнительными питательными веществами гораздо выше поддерживающего уровня может улучшить способность животного вырабатывать антитела при вакцинации или воздействии патогена. Однако в этом исследовании отсутствие влияния уровня питания на иммунный ответ на вакцинацию позволяет предположить, что это маловероятно.

Увеличение респираторного балла — интересное наблюдение, которое отмечают также другие авторы (например, Nonnecke et al., 2003). В своей работе Hengst et al. (2012) указывает: «Респираторный балл скорее повышался у телят на интенсивной программе кормления во время 5-й недели ($P = 0,09$). Nonnecke et al. (2003) также сообщают, что у телят, которых кормили заменителем молока по интенсивной программе, отмечено повышение респираторного балла по сравнению со стандартной программой. Во время периода наблюдения респираторный балл у телят на интенсивной программе был 1,55 по сравнению с 1,10 у телят в контрольной группе. В обеих работах — и в настоящей, и в опыте Nonnecke et al. (2003) — указывается на то, что увеличение доз заменителя молока увеличивает показатели нарушения дыхания».

Таблица 3. Влияние интенсивной программы молочного питания (ИНТ) и стандартной программы (КОН) на показатели телят до отъема

Показатель	КОН	ИНТ	Станд. отклонение	<i>P</i>
Респираторный балл ¹	1,01	1,05	0,01	0,05
Фекальный балл ²	1,65	1,74	0,15	0,02
Анти-овальбумин IgG, log ₁₀ OD	0,26	0,30	0,03	Статистически незначимо

¹ Шкала оценки респираторного балла: 1 = норма, 6 = высокая температура.

² Шкала оценки фекального балла: 1 = норма, 5 = жидкий стул.

По материалам: Hengst et al., 2012.

Увеличение фекального балла также часто встречается у телят на интенсивной программе кормления. Защитники этой программы заявляют, что увеличение количества жидких фекалий не является показателем плохого здоровья или инфекции новорожденных; это просто реакция на дополнительные питательные вещества, которые получает теленок. Возможно, у телят на интенсивном рационе более низкая пропорциональная перевариваемость, и, следовательно, больше питательных веществ выходят из организма с экскрементами, которые становятся более жидкими.

Другие исследователи (например, Osario et al., 2013) не сообщают о подобном увеличении респираторного балла. Это может быть связано со временем отбора образцов, используемыми методами и уровнем респираторного стресса, которому подвергаются животные.

Последний пример реакции на увеличение уровня питания до отъема взят из работы Cowles et al. (2006). В этом исследовании телят кормили ЗЦМ по стандартной (562 г/день 20/20 ЗЦМ) или интенсивной программе (712–1358 г/день 28/20 ЗЦМ, на основе МТ) без или с добавлением лактоферрина (антимикробный пептид, найденный в молоке, 1 г/день). Как видно из данных в таблице 4, телят на интенсивной программе кормления ЗЦМ лечили больше, чем телят на стандартной программе. Не отмечено влияния добавления лактоферрина ни на один показатель здоровья теленка в целом.

Таблица 4. Влияние контрольной (КОН) или интенсивной (ИНТ) программы кормления молоком без (-) или с добавлением (+) лактоферрина на показатели здоровья до отъема.

Показатель	КОН-	КОН+	ИНТ-	ИНТ+	Станд. отклонение	<i>P</i>
Дни лечения						
До отъема	0,88	1,89	2,56	2,86	0,60	0,02
7-я неделя (отъем)	0,63	0,00	0,44	0,43	0,46	Статистически незначимо
После отъема	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Статистически незначимо
Всего	1,50	1,89	3,11	3,29	0,78	0,05

По материалам: Cowles et al., 2006.

P = влияние интенсивного кормления. Влияния лактоферрина не отмечено.

Влияние стресса

Стресс и недостаточность передачи пассивного иммунитета (**НППИ**) могут влиять на реакцию на программу интенсивного кормления ЗЦМ. Quigley et al. (2006) сообщают, что в опыте с бычками голштинской породы, купленными на аукционе по продаже скота (большинство — с НППИ), увеличилось количество дней лечения и фекальный балл у тех телят, которых кормили ЗЦМ по интенсивной программе (таблица 5). Смертность до отъема также была выше ($P < 0,10$) у телят, которым давали больше ЗЦМ; в контрольной группе (КОН) до отъема умерло трое телят (7,6%), а в группе на интенсивном питании (ИНТ) — 14 телят (17,5%). Высокие уровни заболеваемости и смертности до отъема в этом исследовании, по-видимому, были выше, чем в других работах, и, скорее всего, причиной этого являлись стрессы от НППИ, перевозки и другие стрессовые факторы, повлиявшие на телят.

Аспекты иммунной реакции и питания

Многие исследователи оценили специфические аспекты иммунной реакции, чтобы лучше понять на механическом уровне, может ли питание влиять на иммунитет и как оно влияет. Как уже упоминалось выше, для оценки разных аспектов иммунитета были проведено множество различных тестов. В таблице 6 приведены обобщенные данные этих исследований. В целом имеется мало данных в поддержку идеи, что дополнительные питательные вещества улучшают иммунную реакцию. Действительно, во многих из этих исследований сообщается, что по крайней мере один показатель иммунитета *ухудшился* при кормлении телят кормом с высокими уровнями жидкости до отъема. Для получения более подробной информации по специальным тестам или интерпретации результатов рекомендуется обратиться к конкретным публикациям.

Таблица 5. Влияние интенсивной программы кормления молоком (ИНТ) без (-) или с (+) кормовой добавкой, содержащей сыворотку крови, на показатели здоровья телят до отъема

Показатель	КОН	ИНТ-	ИНТ+	<i>P</i>
Смертность, %	8,6	22,3	12,6	Статистически незначимо
Фекальный балл	1,44	1,60	1,56	0,02
Дни с выс. темп.	0,04	0,05	0,07	Статистически незначимо
Дни с диареей	1,7	2,7	2,5	0,03
Дни лечения	1,9	3,0	3,2	0,05

По материалам: Quigley et al., 2006.

P = влияние интенсивного кормления. Влияния кормовой добавки не отмечено.

Резюме

Обеспечение телятам дополнительных питательных веществ до отъема за счет скармливания большего количества молока или заменителя молока может увеличить темпы прироста МТ, высоту и другие показатели размеров телят. Однако опубликованные на сегодняшний день научные данные позволяют предположить, что, *если кормить животных на поддерживающем уровне или выше*, дополнительные питательные вещества мало влияют на иммунитет. Фактически большая часть опубликованных данных позволяет сделать выводы, что если обеспечивать телят высокими уровнями питания, то можно действительно влиять на здоровье животного в целом, на количество дней с диареей, а также дней лечения диарей и респираторных заболеваний. По-видимому, существуют глубокие взаимосвязи между уровнем пассивного иммунитета, стрессом и уровнем питания; все это требует дальнейшего изучения.

Таблица 6. Влияние дополнительных питательных веществ, которые давали телятам до отъема, (ИНТ) на показатели специфической иммунной реакции

Автор	Показатель	Влияние ИНТ
Foote et al., 2005a	Митоген-индуцированная пролиферация Т-клеток CD4+, CD8+ и $\gamma\delta$ TCR+	Снижение
	Экспрессия CD25 митоген-индуцированными клетками CD4+ и CD8+	Снижение
	Экспрессия CD44 митоген-индуцированными клетками CD8+	Снижение
Foote et al., 2005b	МКПК CD4+, $\gamma\delta$ TCR+ моноциты, %	Нет влияния на 1-й — 5-й неделе;
	Изменение $\gamma\delta$ TCR+, В-клеток, %	повышение на 6-й неделе
	Процент клеток CD4+ с рецептором IL-2	Нет влияния
	Секреция IFN- γ и оксида азота	Снижение
	Гиперчувствительность к антигену	Снижение Нет влияния
Foote et al., 2007	Процент моно- и полиморфноядерных лейкоцитов в крови	Нет влияния
	Процент CD4+ Т-клеток	Нет влияния
	Процент CD4+ и CD8+ Т-клеток памяти	Нет влияния
	Антиген-специфичные сывороточные IgG	Нет влияния
	Секреция IFN- γ и оксида азота	Нет влияния
	Антиген-индуцированные кожные реакции гиперчувствительности замедленного типа	Снижение
	Жизнеспособность CD4+, CD8+ и $\gamma\delta$ TCR+ Т-клеток	Снижение
	Выработка оксида азота покоящимися клетками	Повышение
Nonnecke et al., 2003	Общее количество лейкоцитов крови	Нет влияния
	Состав мононуклеарной популяции лейкоцитов	Нет влияния
	Митоген-индуцированный синтез ДНК и секреция IgM	Нет влияния
	Секреция IFN- γ и оксида азота лейкоцитами крови	Снижение
Ballou, 2012	Глюкоза крови после воздействия ЛПС	Повышение
	Гаптоглобин плазмы после воздействия ЛПС	Повышение
	Интенсивность окислительного взрыва нейтрофилов при культивировании с <i>E. coli</i> в течение 10 минут	Повышение на 77-й день
	Мощность окислительного взрыва нейтрофилов и способность цельной крови убивать <i>E. coli</i>	Повышение у телят джерсейской породы на 77-й день
	Секреция IFN- γ Т-лимфоцитами	Нет влияния
Pollock et al., 1994	Образование антител на введение KLH	Снижение
	Титры антител к эритроцитам лошади	Снижение
	Общая концентрация Ig в сыворотке	Нет влияния
Pollock et al., 1993	Толщина кожи до вакцинации	Снижение на 9-й неделе
		Отсутствие на 13-й неделе
	Бласттрансформация лимфоцитов	Повышение на 14-й неделе
		Снижение на 10-й неделе
	Количество МКПК, активность	Отсутствие

Ссылки

- Ballou, M. A., 2012. Immune responses of Holstein and Jersey calves during the preweaning and immediate postweaned periods when fed varying planes of milk replacer. *J. Dairy Sci.* 95 :7319–7330.
- Chandra, R. K. 1997. Nutrition and the immune system: An introduction. *Amer. J. Clin. Nutr.* 66:460S-463S.
- Davis Rincker, L. E., M. J. VandeHaar, C. A. Wolf, J. S. Liesman, L. T. Chapin, and M. S. Weber Nielsen. 2011. Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield, and economics. *J. Dairy Sci.* 94:3554–3567.
- Foote, M. R., B. J. Nonnecke, M. A. Fowler, B. L. Miller, D. C. Beitz, and W. R. Waters. 2005a. Effects of age and nutrition on expression of CD25, CD44, and L-Selectin (CD62L) on T-cells from neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 88:2718–2729.
- Foote, M. R., B. J. Nonnecke, W. R. Waters, M. V. Palmer, D. C. Beitz, M. A. Fowler, B. L. Miller, T. E. Johnson, and H. B. Perry. 2005b. Effects of intensified nutrition on antigen-specific, cell mediated immune responses of milk replacer-fed calves. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 75:357–368.
- Foote, M. R., B. J. Nonnecke, D. C. Beitz, and W. R. Waters. 2007. High growth rate fails to enhance adaptive immune responses of neonatal calves and is associated with reduced lymphocyte viability. *J. Dairy Sci.* 90:404–417.
- Godden, S. M., J. P. Fetrow, J. M. Feirtag, L. R. Green, S. J. Wells, 2005. Economic analysis of feeding pasteurized nonsaleable milk versus conventional milk replacer to dairy calves. *J. Amer. Vet. Med. Assoc.* 226:1547–1554.
- Griebel, P. J., M. Schoonderwoerd and L. A. Babiuk. 1987. Ontogeny of the immune response: Effect of protein energy malnutrition in neonatal calves. *Can. J. Vet. Res.* 51: 428-435.
- Hengst, B. A., L. M. Nemecek, R. R. Rastani, and T. F. Gressley. 2012. Effect of conventional and intensified milk replacer feeding programs on performance, vaccination response, and neutrophil mRNA levels of Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 95:5182–5193.
- Nonnecke, B. J., M. R. Foote, J. M. Smith, B. A. Pesch, and M. E. Van Amburgh. 2003. Composition and functional capacity of blood mononuclear leukocyte populations from neonatal calves on standard and intensified milk replacer diets. *J. Dairy Sci.* 86:3592–3604.
- Ollivett, T. L., D. V. Nydam, T. C. Linden, D. D. Bowman, and M. E. Van Amburgh. 2012. Effect of nutritional plane on health and performance in dairy calves after experimental infection with *Cryptosporidium parvum*. *J. Amer. Vet. Med. Assoc.* 241:1514-1520.
- Osorio, J. S., E. Trevisi, M. A. Ballou, G. Bertoni, J. K. Drackley, and J. J. Looor. 2013. Effect of the level of maternal energy intake prepartum on immunometabolic markers, polymorphonuclear leukocyte function, and neutrophil gene network expression in neonatal Holstein heifer calves. *J. Dairy Sci.* 96:3573–3587.
- Pollock, J. M., T. G. Rowan, J. B. Dixon, S. D. Carter, D. Spiller, and H. Warenius. 1993. Alteration of cellular immune responses by nutrition and weaning in calves. *Res. Vet. Sci.* 55:298-306.
- Pollock, J. M., T. G. Rowan, J. B. Dixon and S. D. Carter. 1994. Level of nutrition and age at weaning: effects on humoral immunity in young calves. *British J. Nutr.* 71:239-248.
- Quigley, J. D., T. A. Wolfe, and T. H. Elsasser. 2006. Effects of additional milk replacer feeding on calf health, growth, and selected blood metabolites in calves. *J. Dairy Sci.* 89:207–216.
- Williams, P.E.V., D. Day, A. M. Raven, and J. A. McLean. 1981. The effect of climatic housing and level of nutrition on the performance of calves. *Anim Prod* 32:133–141.

Автор: д-р Джим Кигли (23 ноября 2013 года)
© Д-р Джим Кигли, 2013
Calf Notes.com (<http://www.calfnotes.com>)