

УДК 619:615.3:636.32/38:612.32

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У КОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АНИОННЫХ СОЛЕЙ И БЕЗ НИХ

А. В. Гордейко<sup>1</sup>, Д. В. Воронов<sup>1,2</sup>

1 – УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by);

2 – ЧНИУП «Алникор»

г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230014,

г. Гродно, ул. Санаторная, 1)

**Ключевые слова:** крупный рогатый скот, анионные соли, кровь, кальций, ионизированный кальций, фосфор, общий белок, альбумины, щелочная фосфатаза, гипокальциемия.

**Аннотация.** Лабораторные показатели крови у коров в сухостойный и новотельный период переменны. Анализ количества кальция, свободного ионизированного кальция, общего белка, альбумина, фосфор, щелочной фосфатазы показал, что применение анионных солей для коров в период сухостоя позволяет оптимизировать обмен кальция у новотельных животных.

## LABORATORY BLOOD INDICATORS IN COWS OF DIFFERENT PRODUCTIVITY WITH AND WITHOUT THE USE OF ANIONIC SALTS

A. U. Hardzeika<sup>1</sup>, Dz. U. Voranau<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> – EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,

28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by);

<sup>2</sup> – PRUE «Alnikor»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230014, Grodno,

1 Sanatornaya st.)

**Key words:** cattle, anionic salts, blood, calcium, ionized calcium, phosphorus, total protein, albumin, alkaline phosphatase, hypocalcemia.

**Summary.** Laboratory blood parameters in cows during the dry and new calving periods are variable. Analysis of the amount of calcium, free ionized calcium, phosphorus, total protein, albumin, alkaline phosphatase showed that use of anionic salts for cows during the dry period allows optimizing calcium metabolism in fresh cows.

(Поступила в редакцию 17.06.2024 г.)

**Введение.** Лабораторный анализ крови позволяет эффективно и доказательно выявлять типичные метаморфозы у животных [1, 2, 4, 11]. Измерение кальция необходимо для контроля состояния здоровья коровы.

Наиболее простой и часто используемый способ определения обеспеченности организма минералом – биохимический анализ крови на общий кальций [3, 7, 14]. Анализ показывает не содержание кальция в костях или организме, а его уровень в сыворотке крови. При этом лаборатория устанавливает суммарный объем кальция, состоящий из трех фракций. В крови кальций находится в трех формах: связанный с белками – альбумином и глобулином, в комплексе с анионами (бикарбонат, цитрат, лактат, фосфат), ионизированный. Более важно знать не только количество общего кальция, а ионизированной его формы [4, 6, 9]. Примерно половина кальция в крови связана с белком. Данная фракция кальция зависима от количества альбуминов. При эксикозе возникает относительная гиперальбуминемия, что отражается на уровне общего кальция. На результаты лабораторного теста общего кальция может повлиять высокий или низкий уровень белка в крови, степень обезвоживания, метаболический ацидоз, время взятия пробы крови и др. [5, 11, 13].

Показателя общего кальция крови часто хватает для предварительной оценки кальциевого обмена. Обычно у лактирующих коров он не отражает количество свободного кальция, находящегося в крови, т. к. часто баланс между связанным и свободным кальцием – величина нестабильная и достаточно непредсказуемая [4, 12].

Скрининг коров для выявления гипокальциемии или, в целом, дисбаланса уровня минерала путем измерения ионизированного кальция в крови является актуальным для оценки риска появления у коров родильного пареза и причин снижения продуктивности [12, 13].

Также верно измерение количества фосфора. Этот минерал находится в тесной биохимической взаимосвязи с кальцием. Фосфор является важным внутриклеточным компонентом, он необходим в процессах энергетического обмена, синтеза нуклеиновых кислот и межклеточного взаимодействия. В организме данный элемент присутствует в органических и неорганических соединениях, однако общие анализы измеряют содержание только неорганического фосфора. Регуляция сывороточной концентрации фосфора связана с изменением уровня кальция, паратгормона, кальцитонина и витамина D. Одновременное рассмотрение характера изменений содержания кальция и фосфора в сыворотке способствует пониманию происходящих нарушений [5].

Анализ кальциевого обмена должен предполагать определение количества щелочной фосфатазы (ЩФ). Этот фермент локализуется на

клеточной мембране и синтезируется во многих органах, включая печень, почки, кишечник, поджелудочную железу, плаценту и костную ткань. Увеличение секреции ЩФ и повышение ее активности в сыворотке крови обычно происходит при холестазах, повышении активности остеобластов, в результате действия некоторых лекарственных препаратов, а также при некоторых хронических заболеваниях [6, 11].

Следовательно, анализ кальциевого обмена должен быть комплексным и предполагать оценку таких показателей, как общий и ионизированный кальций, фосфор, общий белок, альбумины, ЩФ [4, 8, 10].

Введение в состав рациона глубоководных коров анионных солей (АС) позволяет контролировать катионно-анионный баланс. Благодаря применению АС вызываются метаболический ацидоз, что увеличивает резорбцию кальция из депо в первые часы и сутки после отела. Это происходит за счет повышения восприимчивости рецепторов к паратиреоидному гормону. Так формируются условия для профилактики гипокальциемии у новотельных коров [4, 8, 10].

Вопрос об эффективности стратегии применения АС в рационе сухостойных коров зачастую остается открытым, т. к. на обмен кальция у животных в новотельный период влияет множество факторов: генетический, диетический, соблюдение протокола работы с отелившейся коровой и др. [3, 14]. Мы предположили: если провести анализ результатов исследования крови у коров, содержащихся в различных хозяйствах, с разным уровнем продуктивности и генетического потенциала за длительный промежуток времени, то это позволит установить эффективность стратегии профилактики гипокальциемии у новотельных коров после применения АС в сухостойный период (без влияния вышеуказанных факторов).

**Цель работы** – сравнить показатели крови, отражающие (напрямую или косвенно) статус кальциевого обмена у коров различного уровня продуктивности на фоне применения АС и без них.

**Материал и методика исследований.** Исследование проведено в течение 2023 года в ряде хозяйств Республики Беларусь: СПУ «Протасовщина» (продуктивность стада – 9310 кг/год), УП «Минскоблгаз» СХУ «Бобровичи» (8433 кг/год), ПК имени В. И. Кремко (10 601 кг/год), ОАО «Новая жизнь» (9356 кг/год), ГП «Совхоз «Рачковичи» БЖД (10 218 кг/год). Всего было исследовано 207 животных. Брели кровь у коров в период сухостоя и после отела (0-30 дней). Оценивали общий белок (ОБ), альбумины, общий кальций (Са), свободный ионизированный кальций (iCa), фосфор (Р), соотношение Са/Р, ЩФ. Взятие крови проводили из хвостовой вены с соблюдением правил асептики и антисептики в вакуумные пробирки: со стабилизатором гепарин и без. Кровь

исследовали в аккредитованной лаборатории. Определение  $iCa$  осуществляли при помощи экспресс-анализатора LAQUAtwin Ca-11C по ранее опубликованной методике.

Главное отличие рационов кормления сухостойных коров в СПУ «Протасовщина» и УП «Минскоблгаз» СХУ «Бобровичи»: животные в этих хозяйствах получали добавку кормовую «СК-500» (производства ЧПУП «Алникорпродукт Вертелишки», Беларусь), содержащую АС. Количество «СК-500» – 500 г на корову в сутки; применение – на протяжении всего второго сухостойного периода (за 21 день до отела). В других сельскохозяйственных предприятиях (ПК имени В. И. Кремко, ОАО «Новая жизнь», ГП «Совхоз «Рачковичи» БЖД) животные не получали АС. Весь цифровой материал был подвергнут статистической обработке с использованием программ Microsoft Excel.

### Результаты исследований и их обсуждение.

Полученные данные представлены в виде комплекса показателей крови коров, распределенных на несколько технологических групп. Такой подход позволил анализировать параметры крови у близких по продуктивности и/или физиологическому статусу животных. В итоге, результаты исследования крови сгруппированы: коровы первого периода сухостоя ( $\approx 60-40$  дней до отела); коровы второго периода сухостоя (21-0 дней до отела) и новотельные (первые 30 дней после отела). Результаты представлены в таблицах 1-3.

Согласно данным (таблицы 1-3), ОБ у коров в первый сухостойный период варьировал в диапазоне от  $73,8 \pm 6,6$  до  $79,1 \pm 4,0$  г/л, во втором сухостойном периоде – от  $67,7 \pm 7,1$  до  $73,4 \pm 6,3$  г/л; в новотельный период – от  $68,6 \pm 4,9$  до  $79,6 \pm 5,3$  г/л и находился в пределах физиологической нормы. Существенной разницы количества ОБ и альбуминов между животными, потреблявшими и не потреблявшими АС, установлено не было. Количество ЩФ также не имело выраженных динамических изменений.

Таблица 1 – Биохимические показатели крови у коров в первом периоде сухостоя ( $M \pm m$ )

Хозяйство	ОБ, г/л	АЛББ, г/л	Ca, ммоль/л	$iCa$ , ммоль/л	P, ммоль/л	Ca/P, ед.	ЩФ, ед./л
1	2	3	4	5	6	7	8
СПУ «Протасовщина» (АС)	$74,4 \pm 2,5$	$32,8 \pm 3,0$	$2,4 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,2$	$1,3 \pm 0,1$	$41,8 \pm 4,6$
УП «Минскоблгаз» СХУ «Бобровичи» (АС)	$73,8 \pm 6,6$	$33,6 \pm 4,0$	$2,3 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,2$	$1,1 \pm 0,2$	$58,2 \pm 26,2$
Среднее значение	$74,1 \pm 0,4$	$33,2 \pm 0,6$	$2,35 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,0$	$1,95 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,1$	$50,0 \pm 11,6$
СПК им. Кремко	$78,7 \pm 11,3$	$33,6 \pm 2,3$	$2,3 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,3$	$1,1 \pm 0,4$	$53,8 \pm 20,7$

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
ГП «Рачковичи» БЖД	74,5 ± 6,2	32,6 ± 3,1	2,3 ± 0,1	1,2 ± 0,0	2,4 ± 0,3	1,0 ± 0,1	58,2 ± 13,8
ОАО «Новая жизнь»	79,1 ± 4,0	33,1 ± 1,4	2,4 ± 0,1	1,2 ± 0,0	2,0 ± 0,1	1,2 ± 0,1	50,6 ± 10,4
Среднее значение	77,4 ± 2,5	33,1 ± 0,50	2,3 ± 0,06	1,2 ± 0,0	2,2 ± 0,2	1,1 ± 0,1	54,2 ± 38,2

Однако в ГП «Совхоз «Рачковичи» у коров во 2-м сухостойном периоде (таблица 2) ЩФ была выше на 35,6 %, чем у животных в других хозяйствах, а в новотельный период – выше на 40,9 %, что косвенно указывает на нарушение обмена кальция и/или патологию печени. Наибольший диапазон значений был выявлен при анализе Р: от 1,6 до 2,4 ммоль/л у коров в различные периоды во всех хозяйствах. У коров в первый сухостойный период Р варьировал в диапазоне от 1,8 до 2,4 ммоль/л, во втором сухостойном периоде – от 1,9 до 2,2 ммоль/л; в новотельный период – от 1,6 до 1,9 ммоль/л. В новотельный период среднее значение Р у животных, получавших АС, составило 1,85 ммоль/л, а у животных, получавших стандартный рацион, – 1,63 ммоль/л, что ниже на 11,89 %.

Таблица 2 – Биохимические показатели крови у коров во втором периоде сухостоя (M ± m)

Хозяйство	ОБ, г/л	АЛББ, г/л	Са, ммоль/л	iCa, ммоль/л	Р, ммоль/л	Са/Р, ед.	ЩФ, ед./л
СПУ «Протасовщина» (АС)*	72,5 ± 5,3	33,1 ± 3,3	2,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,9 ± 0,1	1,2 ± 0,1	52,2 ± 25,6
УП «Минскоблгаз» СХУ Бобровичи (АС)*	73,4 ± 6,3	33,1 ± 1,2	2,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,9 ± 0,5	1,3 ± 0,5	56,4 ± 32,3
Среднее значение	72,95 ± 0,6	33,1 ± 0,0	2,25 ± 0,1	1,2 ± 0,0	1,9 ± 0,0	1,25 ± 0,1	54,3 ± 3,0
СПК им. Крэмко	71,1 ± 7,6	33,1 ± 2,3	2,4 ± 0,2	1,3 ± 0,1	2,0 ± 0,2	1,2 ± 0,1	58,8 ± 25,3
ГП «Рачковичи» БЖД	67,7 ± 7,1	33,7 ± 1,6	2,4 ± 0,1	1,3 ± 0,1	2,2 ± 0,3	1,1 ± 0,1	85,2 ± 39,3
ОАО «Новая жизнь»	72,3 ± 2,8	33,7 ± 1,2	2,4 ± 0,1	1,2 ± 0,0	2,0 ± 0,2	1,2 ± 0,1	52,1 ± 17,2
Среднее значение	70,4 ± 2,39	33,5 ± 0,4	2,4 ± 0,0	1,23 ± 0,1	2,13 ± 0,1	1,13 ± 0,1	65,4 ± 17,5

Примечание – \* АС – животные в этом хозяйстве получали анионные соли

Выраженных изменений количества Са и iCa у коров в сухостойном периоде выявлено не было: эти показатели варьировали в диапазоне 2,3-2,4 ммоль/л и 1,2-1,3 ммоль/л соответственно (таблицы 1 и 2).

Важно отметить, что в хозяйствах с различным уровнем продуктивности коров в сухостойный период у животных не отмечается

признаков гипокальциемии. Стоит предполагать, что анализ крови для определения количества Са, может носить малоинформативный характер в деле выявления потенциальных проблем, связанных с дефицитом этого минерала. В частности, признаки гипокальциемии нами были выявлены у коров в новотельный период (таблица 3); при этом сухостойные коровы не проявляли дефицит Са.

Из данных таблицы 3 видно, что среднее значение ОБ у животных, получавших АС, выше на 4,5 г/л, или на 4,6 %, чем у животных, не получавших анионные соли. Показатели альбумина составили 32,45 и 29,6 г/л соответственно.

Таблица 3 – Биохимические показатели крови у новотельных коров (М ± m)

Хозяйство	ОБ, г/л	АЛБ, г/л	Са, ммоль/л	iСа, ммоль/л	Р, ммоль/л	Са/Р, ед	ЩФ, Ед/л
СПУ «Протасовщина» (АС)	79,6 ± 5,3	33,4 ± 3,5	2,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,9 ± 0,2	1,2 ± 0,1	53,7 ± 11,0
УП «Минскоблгаз» СХУ «Бобровичи» (АС)	70,5 ± 9,2	31,5 ± 4,5	2,3 ± 0,2	1,2 ± 0,1	1,8 ± 0,2	1,3 ± 0,2	58,7 ± 11,9
Среднее значение	75,05 ± 6,4	32,45 ± 1,3	2,3 ± 0,0	1,2 ± 0,0	1,85 ± 0,1	1,2 ± 0,1	56,2 ± 3,5
СПК им. Кремко	68,6 ± 4,9	30,4 ± 3,2	2,1 ± 0,6	1,3 ± 0,1	1,7 ± 0,3	1,3 ± 0,4	57,2 ± 16,7
ГП «Рачковичи» БЖД	76,5 ± 6,3	27,7 ± 4,2	2,2 ± 0,2	1,1 ± 0,1	1,7 ± 0,4	1,4 ± 0,4	36,1 ± 8,6
ОАО «Новая жизнь»	69,5 ± 11,0	30,8 ± 2,4	2,2 ± 0,2	1,2 ± 0,1	1,6 ± 0,2	1,4 ± 0,2	74,5 ± 34,2
Среднее значение	71,5 ± 4,3	29,6 ± 1,7	2,13 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,63 ± 0,1	1,3 ± 0,1	55,9 ± 14,9

Примечание – \* АС – животные в этом хозяйстве получали анионные соли во втором периоде сухостоя

Уровень кальция у этих животных также выше на 0,17 ммоль/л, или же на 7,4 %. В новотельный период среднее значение Р у животных, получавших АС, составило 1,85 ммоль/л, а у животных, получавших стандартный рацион – 1,63 ммоль/л, что ниже на 11,89 %. Также было отмечено незначительное увеличение щелочной фосфатазы на 0,5 %.

Таблица 4 – Показатели кальциевого обмена у новотельных коров, получающих анионные соли и без них (М ± m)

Хозяйство	Продуктивность, 2022 г	iСа (новотел)	Са (новотел)
СПУ «Протасовщина», СК500	9310	1,20 ± 0,1	2,29 ± 0,1
СПК им. Кремко	10 601	1,26 ± 0,1	2,07 ± 0,6
УП «Минскоблгаз», СК500	8433	1,18 ± 0,1	2,28 ± 0,2
ГП «Рачковичи» БЖД	10 218	1,1 ± 0,1	2,2 ± 0,2
ОАО «Новая жизнь»	9356	1,2 ± 0,1	2,2 ± 0,2

У коров, потреблявших АС в новотельный период, количество Са было 2,3 ммоль/л; у животных, не получавших АС, – 2,1-2,2 ммоль/л, что на 4,35-8,7 % ниже. Значение iCa у коров, которым скармливали АС, – 1,18-1,20 ммоль/л, у животных со стандартным рационом – 1,1-1,26 ммоль/л, что в среднем ниже на 1,7 %.

Следовательно, применение АС в рационах сухостойных коров повышает количество сывороточного Са и свободного iCa в новотельный период животных. АС не оказывают негативного влияния на белковый обмен.

Графическое отображение (рисунок) данных таблицы 4 позволяет сделать заключение о том, что новотельные коровы имеют менее выраженный дефицит Са и свободного iCa в крови в новотельный период при условии применения АС в сухостойный период.

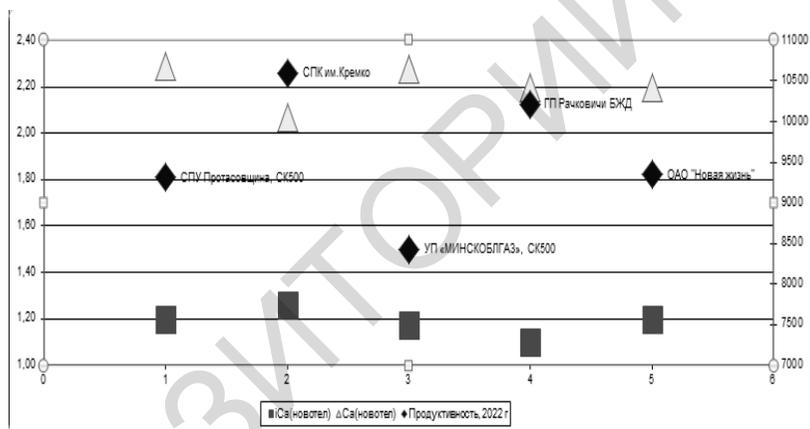


Рисунок – Уровень продуктивности и количество общего кальция и свободного ионизированного кальция у животных в стаде

**Заключение.** На основании проведенных исследований было установлено, что у коров в сухостойный период диапазон показателей крови, отражающих напрямую статус кальциевого обмена, имеет незначительные различия между животными на фоне применения АС и без них. Косвенные показатели (ОБ, альбумины, ЩФ) у коров в сухостое крайне вариабельны. Однако их анализ не носит прогностический характер для определения развития гипокальциемии у животных в новотельный период. Выраженная разница присутствует у новотельных коров: использование АС позволяет оптимизировать показатели кальциевого обмена.

Применение АС в период сухостоя независимо от молочной продуктивности позволяет повысить количество общего сывороточного Са и свободного  $iCa$  у коров после отела.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ нарушения обмена веществ у высокоудойных коров / В. А. Мищенко [и др.] // Ветеринария Кубани. – 2012. – №6. – С. 15-17.
2. Бахтиярова, О. Г. Биохимические показатели крови коров в сухостойный период и нетелей при разных уровнях кормления / О. Г. Бахтиярова // Международный аграрный журнал. – 1999. – № 11. – С. 43-45.
3. Буряков, Н. П. Кормление стельных сухостойных и дойных коров / Н. П. Буряков // Молочная промышленность. – 2008. – №4. – С. 37-39.
4. Годейко, А. Результаты мониторинга уровня ионизированного кальция в крови коров / А. Годейко, Д. Воронов // Сборник научных статей по материалам XXIII Международной студенческой научной конференции. – Гродно, 2022. – Издательско-полиграфический отдел УО «ГГАУ». – С. 17-19.
5. Камышников, В. С. Клинико-биохимическая лабораторная диагностика: справочник: В 2 т. / В. С. Камышников. – 2-е изд. – Мн.: Интерпрессервис, 2003. – Т.1 и 2.
6. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики // И. П. Кондрахин [и др.]. – М.: КолосС, 2004. – 520 с.
7. Тумилович, Г. Профилактическая эффективность органических хелатных соединений при нарушении обмена веществ у коров / Г. Тумилович, А. Казыро, Д. Харитоник // Сборник научных статей по материалам XXIV Международной научно-практической конференции. – Гродно, 2021. – Издательско-полиграфический отдел УО «ГГАУ». – С. 38-40
8. C. Lopera, R. Zimpel, A. Vieira-Neto, F.R. Lopes, W. Ortiz, B.N. Faria, M.L. Gambarini, M. Poindexter, E. Block, C.D. Nelson, J.E.P. Santos Effects of level of dietary cation-anion difference and duration of prepartum feeding on performance and metabolism of dairy cows [Текст] / C. Lopera, R. Zimpel, A. Vieira-Neto, F.R. Lopes, W. Ortiz, B.N. Faria, M.L. Gambarini, M. Poindexter, E. Block, C.D. Nelson, J.E.P. Santos // Dairy Sci.. – 2018. – № 101. – С. 7907-7929
9. Cowell, R.L. Veterinary clinical pathology secrets / R. L. Cowell. – St. Louis: ELSEVIER MOSBY, 2004. – 392 p.
10. E. Maltz, L.F. Barbosa, P. Bueno, L. Scagion, K. Kaniyamattam, L.F. Greco, A. de Vries, J.E.P. Effect of precision feeding on performance, nutrient excretion and feeding behavior of early lactation dairy cows [Текст] / E. Maltz, L.F. Barbosa, P. Bueno, L. Scagion, K. Kaniyamattam, L.F. Greco, A. de Vries, J.E.P. // Dairy Sci.. – 2013. – № 96. – С. 5249-5266.
11. Kerr, M.G. Veterinary Laboratory Medicine: clinical biochemistry and hematology / M. G. Kerr. – 2nd edition. – W. Sussex, 2002. – 386 p.
12. N. Martinez, C.A. Risco, F.S. Lima, R.S. Bisinotto, L.F. Greco, E.S. Ribeiro, F. Maunsell, K. Galvão, J.E.P. Santos Evaluation of peripartal calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease [Текст] / N. Martinez, C.A. Risco, F.S. Lima, R.S. Bisinotto, L.F. Greco, E.S. Ribeiro, F. Maunsell, K. Galvão, J.E.P. Santos // Dairy Sci.. – 2012. – № 95. – С. 7158-7172.
13. Naves, R.C. Method comparison and validation of a prototype device for measurement of ionized calcium concentrations cow-side against a point-of-care instrument and a benchtop blood-gas analyzer reference method // Journal of Dairy Science. – 2017. – №101. – С. 1334-1343.
14. Overton, T.R. Interactions of liver metabolism and health in transition dairy cows / T.R. Overton, M.S. Piepenbrink, M.R. Waldron // In Proc. Cornell Nutr. Conf. for Feed Manuf., Cornell Univ., – N.Y. – 2000. – P. 251-261.