

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛОЗИВА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И МЕДИЦИНЕ

I. ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ (обзор)

Овчаренко Э.В., Иванов А.А.

Калужский филиал РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Калуга, Россия

Систематизирована информация о составе и биологических функциях молозива. Основные вопросы, рассмотренные авторами, включают в себя общую характеристику молозива, колострогенез, влияние породных особенностей и факторов питания на объем и состав молозива, уровень иммунных факторов, гормонов, факторов роста и витаминов в молозиве и молоке в первые дни после родов.

Ключевые слова: молозиво, колострогенез, объем и состав, иммунные факторы, гормоны, факторы роста, витамины

Проблемы биологии продуктивных животных, 2012, 1: 16-26

Введение

Молозиво - это секрет молочной железы, продуцируемый в первые несколько дней после отела (у коров - в течение двух-трех дней). На молозиво приходится около 0,5% годовой продуктивности коровы (Scammell, 2001). До недавнего времени молозиво рассматривали почти исключительно как источник иммуноглобулинов, необходимых теленку в первые часы внеутробной жизни для становления пассивного иммунитета. Однако в настоящее время молозиву придают большое значение также и как источнику высокоценных легкоусвояемых белков. Помимо ценных питательных веществ, молозиво содержит большое количество лейкоцитов, ростовых факторов и цитокинов. Факторы роста, содержащиеся в молозиве, способствуют анаболизму и стимулируют клеточный рост, что способствует большим приростам живой массы (Kreider, 2000). Потребление молозива не только обуславливает пассивный иммунитет в период новорожденности. У взрослых особей, стенка кишечника которых непроницаема для иммуноглобулинов, оно стимулирует иммунную систему. Наличие антибактериальных факторов молозива в просвете желудочно-кишечного тракта молодняка в послемолозивный период обуславливает местную защиту от кишечных инфекций. Потребление молозива стимулирует пролиферацию клеток тонкого кишечника, способствует увеличению ворсинок и способность к всасыванию. В связи с наличием в молозиве большого количества различных биологически активных веществ, в последнее время оно находит применение не только в животноводстве, но также в диетологии (функциональном питании) и в медицине. Цель данного обзора - систематизация имеющихся сведений о биологических свойствах молозива, о влиянии породных особенностей и условий питания на продукцию и состав молозива, а также о традиционных и новых направлениях его использования.

Общая характеристика молозива

Молоко и молозиво содержат около 60 ферментов, большинство из которых имеют эндогенное происхождение (Fox, McSweeney, 1998). Защитную функцию выполняют лактопероксидаза (ее активность быстро повышается после отела и достигает пика на 4-й день лактации, затем постепенно снижается), лизоцим, супероксиддисмутаза, N-ацетил- β -глюкозаминидаза. Активность щелочной фосфатазы и N-ацетил- β -глюкозаминидазы в молозиве соответственно в 5 и 20 раз выше, чем в молоке (Georgiev, 2008). Поскольку численность соматических клеток (представленных преимущественно лейкоцитами) в молозиве на порядок выше, чем в молоке, активность ферментов, содержащихся в лейкоцитах, также значительно выше в молозиве. К ферментам, имеющим преимущественно лейкоцитарное происхождение, относят кислую протеиназу катепсин D (EC 3.4.23.5), N-ацетилглюкозаминидазу (EC 3.2.1.30), β -глюкозидазу (EC 3.2.1.21), β -галактозидазу (EC 3.2.1.23) и α -фукозидазу (EC 3.2.1.51) (Fox, McSweeney, 1998). Молоко и молозиво содержат также широкий спектр ингибиторов ферментов, защищающих, в частности, секреторные клетки и белки молока (молозива) от протеолитического действия протеаз лейкоцитов. Концентрация этих ингибиторов, так же, как и протеолитических ферментов, наиболее высока в первых порциях молозива и затем быстро снижается.

В молозиве содержатся гормоны (гормон роста, рилизинг-фактор гонадотропина, инсулин, пролактин, тиреоидные гормоны, кортизол), факторы роста, простагландины, ферменты, цитокины (фактор некроза опухолей), белки острой фазы (α_1 -гликопротеин), нуклеотиды, полиамины, провитамины (каротин), витамины (A, D, E, группы B), лейкоциты, а также большой набор биологически активных пептидов (лактоферрин, трансферрин и др.). Большинство перечисленных веществ содержится и в молоке, но зачастую в количестве, на порядок или два-три порядка меньшем, чем в молозиве.

По многим причинам молозиво не может быть, подобно молоку, подвергнуто обычной переработке; напротив, даже небольшая примесь молозива в сборном молоке нежелательна; такое молоко называют «анормальным». Тем не менее, значение, которое в настоящее время придают молозиву, и широту его применения в медицине, нутрицевтике и других областях науки и практики, трудно переоценить.

О возможном (или уже реализованном) применении молозива в медицине или питании человека сообщается в обзоре (Fox, Kleinsmith, 2010). Авторы подразделяют биологически активные вещества молозива на три группы: 1) иммунные факторы: тимозин (альфа- и бета-цепи), богатый пролином пептид, тимулин, цитокины и лимфокины; вещества, осуществляющие защитную функцию в желудочно-кишечном тракте (иммуноглобулины, факторы переноса, т.е. осуществляющие транспортную функцию - трансферрин, лактоферрин); ферменты - лактопероксидаза, ксантинооксидаза; лейкоциты, олигосахариды и глюкокоњу- гаты; 2) ростовые факторы: гормон роста, инсулин, инсулиноподобные факторы роста, а также группа белков, связывающих инсулиноподобные факторы роста, включающая трансформирующие факторы роста альфа и бета, фактор роста эпителия, фактор роста фибробластов, тромбоцитарный фактор роста; 3) метаболические факторы: лептин, инсулин, витамин-связывающие белки, жирорастворимые витамины, белки, связывающие минеральные вещества, циклический АМФ, ингибиторы ферментов.

Потребление молозива или отдельных его компонентов оказывает лечебное, нормализующее или профилактическое воздействие при респираторных, сердечно-сосудистых заболеваниях, при нарушениях метаболизма, аутоиммунных состояниях, приобретенном синдроме иммунодефицита, при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, нарушениях состава тела и ослаблении работоспособности. При этом подчеркивается, что для использования молозива в пищу практически нет противопоказаний (Fox, Kleinsmith, 2010).

Колострогенез

Формирование молозива происходит главным образом в сухостойный период. Колострогенез начинается за несколько недель перед отелом и практически прекращается в последние дни сухостойного периода (Akers, 2002). За 3-4 недели до отела в емкостной системе вымени имеется небольшое количество секрета, содержащего факторы роста и другие вещества, имеющие отношение к развитию тканей молочной железы (Fox, Kleinsmith, 2010). Процесс регулируется несколькими гормонами, среди которых прогестерон играет ключевую роль. Молекулы прогестерона связываются со специфическими рецепторами базальной мембраны секреторных клеток и предотвращают секрецию альвеолярным эпителием в течение большей части стельности (Fox, Kleinsmith, 2010). Примерно за две недели до отела на базальных мембранах секреторных клеток образуются специфические рецепторы, способствующие переносу веществ, в том числе и иммуноглобулинов, из крови коровы в полость альвеол. В этот период поступление IgG в емкостную систему вымени достигает 500 г в неделю. Считается, что перенос IgG в клетки секреторного эпителия стимулируется повышением уровня в крови эстрогенов и снижением концентрации прогестерона в последние недели стельности. Регуляция колострогенеза также, видимо, происходит и на уровне молочной железы: лактогенез на начальных его стадиях способствует стимуляции колострогенеза, тогда как в дальнейшем - его угнетению.

Отдельные компоненты молозива имеют различное происхождение. Практически все количество иммуноглобулинов G поступает из крови, тогда как IgA является продуктом локального синтеза в молочной железе (Akers, 2002). Процесс переноса главного в количественном отношении иммуноглобулина IgG₁ происходит следующим образом (Akers, 2002). Молекула IgG₁ связывается на базальной поверхности секреторной клетки со специфическим рецептором, затем комплекс иммуноглобулина и рецептора поглощается путем эндоцитоза и переносится к апикальному участку клетки, из которой освобождается по механизму экзоцитоза. Для каждого из подклассов иммуноглобулинов существуют уникальные рецепторы. Рецепторы для IgA и IgM, экспрессирующиеся в эпителиальных клетках молочной железы, становятся компонентами секрета.

Перенос IgG₁ в молозиво начинается в последней стадии стельности, и к моменту отела (период интенсивного лактогенеза) он почти прекращается, возобновляясь только при воспалениях вымени (Akers, 2002). Обратная связь между лактогенезом и транспортом IgG₁ свидетельствует о том, что гормоны, ответственные за дифференциацию альвеолярных клеток (например, пролактин), могут также угнетать колострогенез и перенос иммуноглобулинов. Таким образом, усиленная секреция пролактина не только способствует лактогенезу, но и является сигналом к прекращению колострогенеза (Akers, 2002). Примерно за два дня до отела гормональный баланс начинает сдвигаться, инициируя образование обильного секрета и переключая способность клеток на синтез компонентов молока. К этому времени уровень прогестерона в крови коровы резко снижается, что снимает ингибирующий контроль секреции. Одновременно образуются вещества, блокирующие перенос иммуноглобулинов из крови матери в молочную железу (Fox, Kleinsmith, 2010).

Этот феномен, видимо, обуславливает быстрое снижение концентрации IgG в извлекаемом из молочной железы секрете, так что остаточное содержание IgG поддерживается за счет порций секрета в емкостной системе вымени. С некоторой натяжкой можно считать, что молозиво сродни молоку, продуцируемому молочной железой при ее воспалениях: в том и другом случае в секрете повышено содержание калия, сывороточных белков, происходящих из крови, и лейкоцитов.

Состав молозива и биологическая функция его компонентов

Учитывая, что молозиво является единственным источником питательных веществ для новорожденного теленка, его значение трудно переоценить. Молозиво содержит, по сравнению со «зрелым» молоком, гораздо больше сухого вещества, главным образом за счет белков; данные относительно массовой доли жира довольно

противоречивы. В табл. 1 приведены данные о содержании в молозиве важнейших в количественном отношении компонентов; проведено сравнение между молоком и молозивом, а также между молозивом человека и коровы.

Таблица 1. Усредненный состав женского и коровьего молозива и молока (Balch, 1970)

Компоненты, г/100 г молока	Молозиво		Молоко	
	женское	коровье	женское	коровье
Жир	3,0	3,6	3,8	3,5
СОМО	-*	18,5	-	8,6
Белок	2,3	14,3	1,2	3,25
Казеин	1,2	5,2	0,4	2,6
Альбумины	-	1,5	-	0,47
β-лактоглобулин	-	0,8	-	0,3
α-лактальбумин	-	0,27	0,3	0,13
Сывороточный альбумин	-	0,13	-	0,04
Иммуноглобулины	-	5,5-6,8	-	0,09
Лактоза	-	3,10	-	4,60
Зола	0,31	0,97	0,21	0,75
Са	0,05	0,26	0,03	0,13
Р	0,02	0,24	0,02	0,11

Примечание: *данные не приведены.

Содержание биологически активных белковых компонентов в молозиве на один или два порядка выше, чем в молоке (табл. 2).

Таблица 2. Содержание биологически активных белковых веществ в 1 л молозива и молока коров. (Scammell, 2001)

Компоненты	Молозиво	Молоко
IgA	3,2-6,2 г	0,1 г
IgG1	48-87 г	0,4 г
IgG2	1,6-2,9 г	0,05 г
IgM	3,7-6,1 г	0,05 г
IGF1*	0,1 - 0,2 мг	25 мкг
IGF11*	0,1 - 2 мг	2 мкг
TGF-β**	20 - 40 мкг	1 - 2 мкг
EGF***	4 - 8 мкг	2 мкг
Лактоферрин	1,5 - 2 г	0,1 г
Лизоцим	0,1 - 0,7 мг	0,1 - 0,3 мг
Лактопероксидаза	30 мг	20 мг

Примечание: *инсулиноподобные факторы роста; **трансформирующий фактор роста; ***эпидермальный фактор роста.

Значение иммуноглобулинов и меры по оптимизации обеспеченности ими телят будут более подробно обсуждены ниже. Здесь же остановимся на роли группы веществ, относящихся к факторам роста, также очень важных как для новорожденного молодняка, так и при альтернативном применении молозива. В монографии (Fox, McSweeney, 1998) авторы так описывают значение факторов роста: «Термин «факторы роста» применяют к группе гормоноподобных полипептидов, которые играют критическую роль в регуляции и дифференциации различных клеток, действуя через рецепторы клеточных мембран. Молоко, а особенно молозиво содержат несколько ростовых факторов, включая инсулиноподобные факторы роста (insulin-like growth factors, IGF1, IGF2), трансформирующие факторы роста (trans-forming growth factors, TGF_{α1}, TGF_{α2}, TGF_β), ростовые факторы молочной железы (mammary-derived growth factors, MDGF1, MDGFII), факторы роста фибробластов (fibroblast growth factors), тромбоцитарный фактор роста (plated-derived growth factor, PDGF) и бомбазин. Источником этих полипептидов может быть плазма крови или молочная железа, или то и другое. Биологическое значение этих активных веществ в молозиве и «зрелом» молоке выяснено недостаточно. Их мишенью может быть как молочная железа, так и новорожденный теленок. Возможно, что они, способствуя пролиферации клеток: (а) влияют на рост секреторной ткани молочной железы; (б) стимулируют рост клеток стенки желудочно-кишечного тракта у новорожденных и (в) всасываясь в активной форме, оказывают влияние на кишечник и другие органы-мишени». Согласно схеме, предложенной в работе (Akers, 2006), инсулиноподобный фактор роста I (IGF-I), во взаимодействии с пролактином, гормоном роста и ростовыми факторами клеток молочной железы, выполняет роль триггера, запуская каскад реакций и трансформаций, играющих ключевую роль в лактогенезе и поддержании лактации у коров.

Молозиво важно для новорожденных прежде всего как единственный источник питательных, биологически активных веществ и энергии, поскольку в первые часы внеутробного развития оно является для теленка единственным кормом. Следует учитывать, что эндогенные источники энергии, содержащиеся в теле теленка, способны поддерживать его метаболизм весьма ограниченное время. По расчетам (Okamoto et al., 1986, цит. по: Quigley, Drewry, 1998), запасы жира могут поддерживать основной обмен у новорожденного теленка не более 15 часов, а резервы гликогена расходуются уже до истечения трех часов внеутробного периода развития. Однако, под действием различных факторов (стресс, в т.ч. родовой, холодовой, а также мышечная активность при содержании под коровой и др.) эти резервы обычно исчерпываются гораздо раньше. Этот фактор, а также необходимость скорейшего приобретения пассивного иммунитета, должны побуждать животноводов к выпаиванию молозива телятам как можно раньше после рождения.

Влияние межпородных различий и факторов питания

Широкое использование молозива в диетологии и медицине ограничивается небольшими, хотя и широко варьирующими объемами. Это особенно относится к первой порции молозива после отела. В опытах (Hartmann, 1973) масса молозива в первом удое составила у австралийских шортгорнов 2,2-15,0 кг, у айрширских коров - 2,8-7,3 кг, а у фризских и гернзейских - 4,1-17,6 кг; в работе (Scammell, 2001) приведена средняя величина около 4 кг. Довольно велики также различия по составу молозива, особенно первого (после отела) удоя. Поскольку количество и состав молозива, потребляемого новорожденным теленком, непосредственно воздействуют на его жизнеспособность, были проведены исследования с целью изыскания способов воздействия на эти показатели факторами кормления коров в сухостойный период. В общем можно сказать, что эти исследования не дали положительных результатов (Quigley, Drewry, 1998). При ограниченном кормлении у сухостойных коров рождались нежизнеспособные телята, тогда как отелы коров избыточной упитанности проходят с осложнениями, что приводит к повышению заболеваемости и смертности телят в раннем возрасте. Механизмы, регулирующие состав молозива, пока не расшифрованы, хотя воздействие многих факторов на этот показатель считается доказанным. Попытки «улучшения» состава молозива путем изменения уровня кормления и состава рациона не увенчались успехом. Например, увеличение количества молозива при избыточном кормлении в конце сухостойного периода приводило к снижению концентрации в нем иммуноглобулинов (Quigley, Drewry, 1998).

Массовая доля иммуноглобулинов в молозиве, так же как и других компонентов, очень вариабельна. Молочная железа может выделять с молозивом в первые 4-5 доений до 2 кг IgG (Akers, 2002). Основываясь на литературных данных, Akers приводит результаты исследований, согласно которым примерно 77% обследованных коров продуцировали молозиво с массовой долей IgG₁ в пределах 16-65 мг/мл, только 2% — менее 16 мг/мл, а остальные 21% — более 65 мг/мл, тогда как молозиво хорошего качества должно содержать IgG не менее 60 мг/мл. На химический состав молозива, в т.ч. на массовую долю в нем IgG₁, влияют следующие факторы. Массовая доля IgG₁ отрицательно коррелирует с количеством молозива при первом доении (Morin et al., 1997). В опытах (Pritchett et al., 1991) от 23% коров было получено по 8,5 кг или менее молозива в первое доение, с массовой долей IgG₁ ниже 35 мг/мл, причем процент коров с молозивом такого качества возрастал с увеличением первого удоя. Поскольку продуктивность коров во всем мире непрерывно растет, можно предполагать, что это сопровождается ростом количества молозива со сниженным содержанием иммуноглобулинов в первом удое. Это можно наглядно продемонстрировать сравнением молозива коров мясных и молочных пород, а также коров местных пород с отселекционированными на высокие удои. По данным (Zarcula et al., 2010), в молозиве коров местной румынской и черно-пестрой пород массовая доля белков составляла 22,1-23,6%, а в молозиве голштино-фризов - 13,4-17,6%. Косвенно это подтверждается также фактом более высокого содержания IgG в крови у телят мясных пород по сравнению с таковым у телят молочных пород (Fallon, 1990). Далее, является общеизвестным факт более высокого содержания иммуноглобулинов в молозиве полновозрастных коров по сравнению с молозивом первотелок. В работе (Levieux, Oilier, 1999) авторы в опытах на голштино-фризских коровах от первотелок получали в первый удой 3,3 кг молозива, а от коров 2-4 отела - 8,1 кг, концентрация же IgG в молозиве составила 49,3 и 64,8 мг/мл соответственно. В данном случае возраст коров, но не величина удоев оказал на состав молозива решающее влияние. Этот феномен следует учитывать в связи с современными тенденциями повышения процентной доли первотелок в стадах из-за сокращения продолжительности продуктивного использования коров, а также практики поголовного осеменения телок с последующей массовой выбраковкой по результатам первой лактации.

Следует также учитывать тенденции в характере кормления сухостойных коров, связанные с повсеместным ростом их продуктивности. Для более быстрой адаптации животных к высококонцентратным рационам, которые им предстоит потреблять после отела, рекомендуют скармливать им в последние недели стельности как можно больше концентрированных (высокоэнергетических) кормов. При этом, иногда дают недостаточно обоснованные рекомендации, без учета живой массы, возраста, структуры рациона и других факторов. Например, в брошюре, изданной в 2005 г одним из предприятий, производящих кормовые добавки, рекомендуют давать коровам в течение трех последних недель сухостойного периода по 8 кг качественного комбикорма в день. Столь обильное кормление способно спровоцировать приток молока задолго до отела, что приведет к разбавлению молозива и ослаблению его иммуногенных свойств, обусловит сильные отеки вымени, повысит вероятность возникновения маститов.

Сравнительно небольшие удои в первые дни лактации компенсируются повышенным содержанием компонентов молозива. Так, по данным (Zarcula et al., 2010), массовая доля сухого вещества в молозиве может превышать 40%, белков - 20%, жира - приближаться к 10%. При этом молозиво жирномолочных коров имеет,

видимо, и более высокое содержание белков. По нашим данным (Овчаренко, 1991), массовая доля жира в молозиве положительно коррелирует с упитанностью коровы к моменту отела и может достигать 10%. Еще более высокие значения, хотя и с очень большим разбросом, приведены в работе (Foley, Otterby, 1978), в которой массовая доля жира в молозиве первого удоя варьировала от 0,3 до 18%. Жирнокислотный состав липидов молока в значительной мере отражает состав мобилизуемых из жировой ткани (Овчаренко, 1991), поскольку синтез жирных кислот в самой молочной железе перед отелом минимален. Массовая доля лактозы в молоке - это обычно очень устойчивый показатель, и в норме он составляет, по разным данным, от 4,4 до 4,9%, тогда как в молозиве, особенно первого удоя - примерно 2% (Fox, Kleinsmith, 2010) или около полутора-двух процентов (Zarcula et al., 2010). Разброс данных, видимо, объясняется не только породными или индивидуальными особенностями животных, но и временем получения образцов после отела, а также различиями в методах анализа.

Массовая доля витаминов в молозиве также (в большинстве случаев - в разы) выше, чем в молоке. В работе (Roy, 1970) автор пришел к заключению, что молозиво первых суток после отела является хорошим источником белков (особенно, иммуноглобулинов), жирорастворимых витаминов (А, D и Е), витамина В₁₂ и железа. К аналогичным выводам относительно витаминов можно прийти, основываясь на наших данных (табл. 3).

Таблица 3. Содержание витаминов в молозиве и молоке коров ⁺ (M±m, n=10)

Таблица 3. Содержание витаминов в молозиве и молоке коров ⁺ (M±m, n=10)

Показатели	Дни после отела				
	1	3	5	8	12
Каротин, мкг/л	350±29	255±18	90±4	40±4	50±2
Витамин А, мкг/л	1100±33	90±7	30±1	20±1	23±1
Витамин С, мг/л	90±8	45±5	30±3	20±1	15±2
Тиамин, мкг/л	1500±56	1300±81	1150±109	1000±66	600±43
Рибофлавин, мкг/л	3000±198	2200±144	1500±132	1500±91	1100±112
Цианокобаламин, мкг/л	13±0,5	8±0,8	6±1	5±0,6	4±0,2

Примечание: ⁺ коровы черно-пестрой породы, второй-третьей лактации, зимний рацион.

Обращает на себя внимание факт высокого содержания ретиноидов (каротин+ ретинол) в молозиве первого удоя. Эти витамины имеют принципиально важное значение для новорожденного. Интересно и такое наблюдение. В другой серии наших исследований был зафиксирован такой же мощный выброс ретиноидов с молозивом первого удоя, несмотря на то, что животные в опыте длительное время практически не получали каротин с рационом. При очень низком уровне каротина и ретинола в крови в молозиве первого удоя концентрация каротина составляла 250 мкг/дл, а ретинола - 400 мкг/дл. В молозиве 3-го дня концентрация ретиноидов была уже в 15-20 раз ниже. Следовательно, коровы в состоянии явного гиповитаминоза мобилизовали все свои резервы для создания жизненно необходимой концентрации ретиноидов в молозиве первого дня. Тем не менее, низкое содержание витаминов в молоке не внушает оптимизма относительно возможностей удовлетворения потребностей молодняка в витаминах без использования витаминных добавок уже в первые недели внеутробной жизни. Это особенно важно, поскольку почти все жирорастворимые витамины являются признанными иммуномодуляторами и антиоксидантами.

Общий химический состав секрета молочной железы становится идентичным составу «зрелого» молока примерно к шестому доению после отела (через двое суток). Однако это не относится к иммуноглобулинам, концентрация которых в молоке «приходит в норму» примерно через два месяца после отела. Массовая доля белков в молозиве (видимо, при низких удоях) может превышать 20%, а у животных голштинской породы - 17% (Zarcula et al., 2010). При этом на иммуноглобулины у голштинских коров в первом удое приходится около 40% массы всех белков, а на IgG - около половины иммуноглобулинов (Foley, Otterby, 1978). Однако другие авторы приводят данные, согласно которым на IgG₁ приходится 90% массы всех иммуноглобулинов (Georgiev, 2008). По данным (Fallon, 1990), на иммуноглобулины класса IgG в молозиве приходится 82,1% массы всех иммуноглобулинов молозива, а на IgG₁ - 77,4%. Если в «зрелом» молоке среди белков преобладают казенны: около 80% от массы всех белков молока (в норме это довольно устойчивый показатель) (Fox, McSweeney, 1998; Coulon et al., 1998), а на иммуноглобулины приходится всего около 2% от массы всех белков, то содержание белка в молозиве в первый день после отела в шесть раз больше его содержания в молоке, иммуноглобулинов - в 18,5 раз, а казеина — «только» в 1,9 раз. (Мо- тузко и др., 2001).

Исследователи отмечают наличие межпородных различий в содержании в молозиве иммуноглобулинов. По данным (Georgiev, 2008), уровень IgG у голштино-фризских коров непосредственно после отела составил 60 мг/мл, а у голштинских — 50 мг/мл, тогда как у коров мясных пород - 100 мг/мл. По данным тех же авторов, концентрация IgG₁, снижаясь почти двукратно в каждом последующем удое по сравнению с предыдущим до седьмого дня, опускалась до уровня, имеющего место в нормальном молоке (0,25-0,5 мг/мл) лишь на втором-третьем месяце лактации (Georgiev, 2008). Массовая доля IgG₂ в молозиве находится в пределах 1,6-6,4 мг/мл, а в молоке - около 0,05 мг/мл (Georgiev, 2008). Массовая доля IgM в молозиве - от 5 мг/мл до 8,7 мг/мл, а в молоке - 0,04-0,05 мг/мл (Levieux, 1999). В отдельных исследованиях массовая доля иммуноглобулинов не зависела от уровня кормления в сухостойный период (упитанности к моменту отела). Тем не менее, у телят, полученных от

коров, содержащихся до отела на рационах, дефицитных по энергии (и протеину), в первый месяц внеутробной жизни наблюдалась повышенная заболеваемость и смертность. Отдельные авторы склонны объяснять этот феномен отсутствием в молозиве коров низкой упитанности не идентифицированного фактора, способствующего всасыванию иммуноглобулинов. Однако вполне вероятно, что телята, родившиеся от коров низкой упитанности, испытывают также и дефицит липидов (из-за низкого их содержания в теле самих телят и в продуцируемом тощими коровами молозиве). Липиды, как известно, играют роль не только источников энергии, но и участвуют в построении биологических мембран, а также являются носителями жирорастворимых витаминов. В этой связи представляют определенный интерес рекомендации, согласно которым для снижения заболеваемости и смертности новорожденных жвачных, их матерей следует кормить таким образом, чтобы создать в организме (матерей) пул незаменимых жирных кислот, мобилизуемых в молозивный период, а также вводить незаменимые жирные кислоты в молозиво и молоко, скармливаемые молодняку (Алиев, Димов, 1997).

Влияние других факторов

Тепловой стресс может оказывать заметное отрицательное влияние на состав молозива и содержание в нем иммуноглобулинов (Quigley, Drewry, 1998). Между объемом надаиваемого молозива и концентрацией в нем иммуноглобулинов существует отрицательная взаимосвязь, которая, видимо, объясняется разбавлением молозива молоком в связи с началом лактации, поскольку для молозива первого удоя такой взаимосвязи не установлено (Quigley et al., 1994). Заболевания у коров могут сопровождаться снижением содержания иммуноглобулинов в молозиве (очевидно, вследствие перераспределения их в пользу воспаленной ткани или органа, т.е. своеобразной конкуренции за иммуноглобулины; известно, например, что во время колострогенеза, на последних стадиях сухостойного периода, когда происходит интенсивное накопление иммуноглобулинов в емкостной системе молочной железы, концентрация их в крови снижается (Andrews, 1990). Согласно данным многих авторов, концентрация иммуноглобулинов в молозиве у первотелок ниже, чем у полновозрастных коров (Kruse, 1970; Roy, 1990; Georgiev, 2008). На ценность молозива как источника иммуноглобулинов может отрицательно влиять укорочение сухостойного периода, а также доение перед отелом (Quigley, Drewry, 1998).

Важную роль в защитных свойствах молозива играют содержащиеся в нем клеточные элементы, представленные главным образом лейкоцитами. Во время колострогенеза клеточный состав включает в себя 50% макрофагов, 25% лимфоцитов и 25% полиморфноядерных лейкоцитов (Concha, 1986). Из числа лимфоцитов в молозиве преобладают Т-клетки, тогда как В-лимфоциты могут быть дифференцированы до плазматических клеток, вырабатывающих антитела (гуморальный иммунитет). Т-лимфоциты играют главную роль в клеточном иммунитете. Поэтому иммунопротекторное действие молока и молозива обусловлено, по крайней мере отчасти, присутствием в них лейкоцитов. Численность соматических клеток в молозиве здоровых коров составляет около 10^5 /мл (Scammell, 2001). Аналогичные данные приводит и Concha (1986), отмечая, что уже через неделю после отела значения этого показателя снижаются примерно на порядок. В молозиве высок уровень цитокинов, что подтверждено исследованиями японских исследователей, о которых сообщает Scammell (2001). Также наблюдали влияние молозива на фагоцитарную активность полиморфноядерных лейкоцитов крупного рогатого скота *in vitro* (Scammell, 2001).

Пептиды, образующиеся в результате протеолиза белков молока, могут быть использованы в медицинских целях. Поскольку молозиво отличается своеобразным белковым составом, из его белков можно получить пептиды с особыми свойствами. Например, препарат тафцин (tuftsin) — полипептид, получаемый при расщеплении тяжелой цепи участка Fc IgG человека, стимулирует хемотаксис лейкоцитов и подвижность фагоцитов, метаболизм и трансформацию антигенов, а также повышает цитотоксичность моноцитов в отношении клеток опухолей (Scammell, 2001).

Резюмируя кратко вышеизложенное, можно заключить, что молозиво является чрезвычайно сложной смесью биологически активных веществ, способной удовлетворить потребности новорожденного животного в питательных веществах, а также в компонентах, способствующих развитию систем жизнеобеспечения и адаптации к внешним условиям вне утробы матери. В связи с наличием в молозиве большого количества различных биологически активных факторов, оно применяется не только в животноводстве, но также и в медицине. Тем не менее, необходимо отметить, что механизмы, влияющие на химический состав и биологическую ценность молозива, пока во многом не расшифрованы и нуждаются в дальнейшем детальном исследовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев А.А., Димов В. Обмен липидов. В кн.: Алиев А.А. Обмен веществ у жвачных животных. М.: НИЦ «Инженер», 1997: 161-231.
2. Мотузко Н.С., Никитин Ю.И., Марценюк А.П., Пинчук В.Ф. Справочник клинико-биологических показателей у животных. Горки, 2001, 72 с.
3. Овчаренко Э.В. Физиологические основы питания и молокообразования у коров в ранний период лактации в связи с уровнем и качеством энергии и протеина в рационе. Автореф... дисс. д.б.н., Боровск, 1991, 48 с.
4. Akers R.M. Lactation and the mammary gland. Iowa State Press, Blackwell Publishing Company, 2002, 278 p.
5. Akers R.M. Major advances associated with hormone and growth factor regulation of mammary growth and lactation in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 2006, 89(4): 1222-1234.
6. Balch C. Cl., Milk composition. In: *Hanbuch fur Tierernahrung* (Eds. W.Lenkeit, K.Breirem), 1972, Bd. 2, Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin: 259-291.
7. Concha C. Cell types and their immunological functions in bovine mammary tissues and secretions - a review of the literature. *Nord. Vet. Med.*, 1986, 38: 257-272.
8. Coulon J.-B., Hurtaud C., Remond B., Verite R. Factors contributing to variation in the proportion of casein in cows' milk true protein: a review of recent INRA experiments. *J. Dairy Res.*, 1998, 65(3): 375-387.
9. Fallon R.J. Immunoglobulins and the newborn calf. In: *Biotechnology in the feed industry* (Eds. T.P. Lyons), ALL Tech. Technical Publications, Nicholasville, 1990:294-313.
10. Foley J. A., Oterby D.E. Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrums: a review. *J. Dairy Sci.*, 1978, 61(8): 1033-1060.
11. Fox A., Kleinsmith A. Scientific and medical research related to bovine colostrums. Its relationship and use in the treatment of disease in humans. Selected publishers abstracts, 2010 <<http://www.immunetree.com>>
12. Fox P.F., McSweeney P.L.H. Dairy chemistry and biochemistry. N.-Y-London-Dortrecht-Boston: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1998, 478 p.
13. Georgiev I.P. Differences in chemical composition between cow colostrums and milk. *Bulg. J. Veter. Med.*, 2008, 11(1): 3-12.
14. Hartmann P.E. Changes in the composition and yield of the mammary secretion of cows during the initiation of lactation. *J. Endocrin.*, 1973, 59: 231-247.
15. Kreider R.B. The colostrums edge? Muscular development, 2000, 37(10) <<http://www.docstoc.com/docs/102506069/rbkreider>>.
16. Kruse V. Yield of colostrum and immunoglobulin in cattle at the first milking after parturition. *Anim. Prod.*, 1970, 12: 619-626.
17. Levieux D., Oilier A. Bovine immunoglobulin G, (3-lactalbumin and serum albumin in colostrum and milk during the early post partum period. *J. Dairy Res.*, 1999, 66: 421-430.
18. Morin D.E., McCoy G.C., Hurley W.L. Effects of quality, quantity, and timing of colostrums feeding and addition of a dried colostrums supplement on immunoglobulin G_i absorption in Holstein bull calves. *J. Dairy Sci.*, 1997, 80(4): 747-753.
19. Okamoto M., Robinson J.B., Christopherson R.J., Young B.A. Summit metabolism of newborn calves with and without colostrums feeding. *Can. J. Anim. Sci.* 1986, 66: 937-944.
20. Pritchett L.C., Gay C.C., Besser T.E., Hancock D.D. Management and production factors influencing immunoglobulin G_i concentration in colostrums from Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 1991, 74: 2336.
21. Quigley J.D., Drewry J.J. Nutrient and immunity transfer from cow to calf pre- and postcalving. *J. Dairy Sci.*, 1998, 81(10): 2779-2790.
22. Quigley J.D., Martin K.R., Dowlen H.H., Wallis L.B., Lamar K. Immunoglobulin concentration, specific gravity, and nitrogen fractions of colostrum from Jersey cattle. *J. Dairy Sci.*, 1994, 77(1): 264-269.
23. Quigley J.D. Passive immunity in newborn calves. 2010 <<http://www.weds.ca>>.
24. Roy J.H.B. The calf. V. 1. Management of health. Butterworths, Boston: MA. 1990.
25. Scammell A.W. Production and uses of colostrum. *Austr. J. Dairy Techn.*, 2001, 56(2): 74-82.
26. Zarcuła S., Cemescu H., Mircu C., Tulcan C., Morvay A., Baul S., Popovici D. Influence of breed, parity and food intake on chemical composition of first colostrum in cow. *Anim. Sci. Biotechn.*, 2010, 43(1): 154- 157.

Biological properties of colostrum and its use in animal production and medicine.

I. Physiological and biochemical aspects

Ovcharenko E.V., Ivanov A.A.

Timiryazev State Agricultural Academy, Kaluga department, Russia

SUMMARY. Composition of colostrum and biological functions of its components were discussed. The main questions analyzed by the authors are general characteristics of colostrums, colostrogenesis, effects of breed differences and nutritional factors on daily yields and composition of colostrum, level of immune factors, hormones, growth factors and vitamins in colostrum and milk during the first days postpartum.

Keywords: colostrum, colostrogenesis, yields, composition, immune factors, hormones, growth factors, vitamins

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology,

2012, 1: 16-26