

Качество молока коров.

1. Химический состав и питательная ценность

Л.А. Заболотнов, доктор биологических наук

С. Г. Кузнецов, профессор, заслуженный деятель науки РФ

И.А. Баранова, кандидат биологических наук

П.В. Матющенко, кандидат биологических наук

ЗАО "Витасоль" (Россия)

Молоко – ценный продукт питания человека. Его потребление постоянно растёт. Высококачественное молоко, состав которого соответствует требованиям потребителя, всегда находит своего покупателя. Для потребителя молоко является качественным, если оно не только имеет высокую пищевую ценность - достаточное количество жира, белка, минеральных веществ, витаминов, но и безопасно, то есть не содержит ни опасных бактерий, ни антибактериальных препаратов.

Перспективное направление на современном рынке – производство молока с заданными профилактическими и лечебными свойствами. Экономическая эффективность молочного скотоводства подразумевает, в первую очередь, получение прибыли от производства молока. Поэтому руководители хозяйств заинтересованы не только в увеличении продуктивности животных, но и в повышении пищевой ценности молока как продукта питания человека и сырья для промышленности.

1. Показатели идентификации сырого молока животных

Показатели, %	Корова	Коза	Овца	Кобыла	Верблюдица	Буйволица	Ослица
Жир	2,8-6,0	4,1-4,3	6,2-7,2	1,8-1,9	3,0-5,4	7,5-7,7	1,2-1,4
Белок	2,8-3,6	3,6-3,8	5,1-5,7	2,1-2,2	3,8-4,0	4,2-4,6	1,7-1,9
Лактоза	4,7-5,6	4,4-4,6	4,2-6,6	5,8-6,4	5,0-5,7	4,2-4,7	6,0-6,2
Сухие вещества	13,0	13,4	18,5	10,7	15,0	17,5	9,9
Минералы	0,7	0,8	0,9	0,3	0,7	0,8	0,5
Плотность при t 20°C, кг/м ³	1027-1030	1030	10,34	1032	1032	1029	1011
Кислотность, °Т	16,0-21,0	17,0	25,0	6,5	17,5	17,0	6,0

Молоко является нормальным продуктом секреции молочных желез. В таблице 1 представлен его типичный состав у различных животных. Состав молока значительно меняется в зависимости от породы коров, стадии лактации, вида кормов, времени года и других факторов. Однако некоторые соотношения между его составляющими являются постоянными и могут быть использованы в качестве индикаторов искусственного изменения состава молока. Молоко с типичным составом имеет удельную плотность в пределах от 1,023 до 1,040 (при 20°C) и точку замерзания от - 0,518°C до - 0,534°C. Любое изменение, например, при добавлении воды, может быть легко определено, т.к. эти характеристики молока не будут находиться в указанных интервалах.

Молоко почти на 90% состоит из воды. Её нехватка в рационе очень быстро оказывает влияние на производство молока, которое снижается в тот же день, когда ограничивается или прекращается потребление воды. Поэтому корова должна всё время иметь свободный доступ к качественному источнику питьевой воды.

Молоко - сложный питательный продукт, содержащий более 100 различных веществ в форме раствора, взвеси или водяной эмульсии. Так, например: казеин (основной молочный белок) в свежем молоке присутствует в виде неосаждающейся коллоидной взвеси большого числа мельчайших твердых частиц - кластеров; жир и жирорастворимые витамины содержатся в молоке в виде эмульсии, т.е. в виде взвеси крошечных глобул (шариков); лактоза

(молочный сахар), некоторые белки (сывороточный белок), минеральные соли и некоторые другие вещества полностью растворяются в воде молока.

Кластеры казеина и жировые шарики определяют большинство физических характеристик молока и придают характерный вкус и различные оттенки молочным продуктам (маслу, сыру, йогурту и т.д.).

Основным углеводом молока является лактоза. Этот дисахарид имеет слабый сладкий вкус. Концентрация лактозы в молоке остается относительно постоянной - в среднем около 5% (4,8-5,2%). В отличие от концентрации жиров в молоке, содержание лактозы приблизительно одинаково у всех молочных пород и не может быть легко изменено факторами кормления. Моносахара, которые образуют лактозу, присутствуют в молоке в гораздо меньших концентрациях: глюкоза – 14 мг/100 г, галактоза – 12 мг/100 г.

Основное количество азота в молоке присутствует в составе белков. Строительными блоками белков являются аминокислоты. Существует 20 аминокислот, обычно входящих в состав белков. Порядок построения аминокислот в белке, определяющийся генетическим кодом, придает белку уникальную структуру. В свою очередь, пространственная структура белка определяет его специфическую функцию. Концентрация белка в молоке колеблется от 3,0 до 4,0% (30-40 г/л) и зависит от породы коров, стадии лактации, уровня продуктивности, структуры рациона. Существует тесная связь между количеством белка и жира в молоке (чем больше белка, тем больше жира).

Белки в молоке разделяются на две основные группы: казеины (80%) и сывороточные белки (20%). Исторически эта классификация сложилась в процессе приготовления сыра, который основан на отделении сгустка казеина от сыворотки после створаживания молока под воздействием реннина или сычужного фермента. Отличия в поведении различных видов казеинов в молоке при тепловой обработке, разной величине рН (кислотности) и концентрации солей придают специфические характеристики сырам, ферментированным молочным продуктам и различным видам молока (сгущенному, сухому и т.д.).

Обычно содержание жиров (или липидов) в молоке составляет от 3,5 до 6,0% и оно зависит от породы, упитанности коровы, уровня ее продуктивности, стадии лактации и числа отелов, а также от качества рациона и кратности кормления. Например, включение в состав рациона избыточного количества концентратов может снижать содержание жира в молоке до 2,0-2,5%. В норме первые 60-80 дней после отела процент жира в молоке несколько снижается. Максимум жирность молока достигает к концу лактации.

Жир присутствует в молоке в виде глобул, взвешенных в воде. Каждая глобула окружена слоем фосфолипидов, которые предотвращают их слипание, отталкивая жир и притягивая воду. Пока такая структура не нарушена, жир в молоке остается в виде эмульсии.

Основная часть жиров в молоке находится в виде триглицеридов, образованных из глицерина и жирных кислот. Доли жирных кислот с различной длиной цепи определяют точку плавления жира в молоке и, следовательно, консистенцию масла, сделанного из него. Молочный жир содержит преимущественно короткие жирные кислоты (с длиной цепи меньше 8 атомов углерода), образованных из молекул уксусной кислоты, являющихся продуктом ферментации в рубце. Это определяет уникальность молочного жира молока коров по сравнению с другими видами животных и растительных жиров. Местом синтеза коротко- и среднецепочечных жирных кислот, до 14 атомов углерода и половина количества C₁₆, является молочная железа. Длинноцепочечные жирные кислоты в молоке преимущественно представлены ненасыщенными кислотами (с дефицитом водорода), среди которых основную долю составляют олеиновая (18-углеродная цепь), а также линолевая и линоленовая кислоты. К месту сбора липидной молекулы в молочной железе длинноцепочечные жирные кислоты поступают в готовом виде с кровью из жировых депо.

Состав жирных кислот молочного жира коров разных пород и генотипов различается как между породами, так и в течение лактации. С повышением кровности у коров черно-

пестрой породы возрастает индекс насыщенности липидов и интенсивность их обмена в молочной железе. У коров холмогорской породы с прилитием крови животных голштинской породы повышается индекс насыщенности жирных кислот молочного жира. Коровы холмогорской породы и их помеси лучше используют жир корма на образование молока по сравнению с животными черно-пестрой породы.

Молоко чистопородных черно-пестрых коров по особо важным для сыроделия аминокислотам является наиболее пригодным. Отмечено превосходство этих коров по содержанию как заменимых, так и незаменимых аминокислот в молоке по сравнению с их помесями с голштинами. Следовательно, положительный эффект голштинизации не всегда является абсолютным.

Молоко является превосходным источником большинства минералов, необходимых для роста молодого организма (таблица 2). Высокая доступность кальция и фосфора из молока в определённой мере обусловлена их связанностью с казеином. Весьма оригинальным минералом в молоке является железо. Низкое содержание железа в молоке не может удовлетворить потребности растущего организма, но этот уровень элемента замедляет размножение и рост многих видов бактерий в молоке.

2. Минеральный состав молока и молозива коров

Элемент	Молоко		Молозиво (1-е сут лактации)	
	среднее	min-max	среднее	min-max
Концентрация макроэлементов, ммоль/л				
Ca	30	25-33	48	32-65
P	33	28-37	57	42-78
Mg	5,0	4,1-6,2	13	8-16
Na	22	11-30	32	26-40
K	35	31-44	38	25-46
Cl	30	23-40	42	34-54
S	10	7-14	25	19-38
Концентрация микроэлементов, мкмоль/л				
Fe	52	34-70	72	35-108
Cu	2,4	1,5-4,7	8,5	4-11
Zn	55	30-75	90	45-155
Mn	1,8	0,4-3,5	3,5	1,8-4,5
Co	0,05	0,01-0,1	0,35	0,1-0,6
J	0,55	0,15-1,2	2,0	0,8-2,8
Mo	0,50	0,3-1,0	0,7	0,5-1,0
Se	0,12	0,04-0,25	—	—
F	15	10-24	—	—
Pb	0,5	0,05-1,0	1,0	—
Cd	0,18	0,003-0,35	—	—
Hg	0,025	—	—	—
As	0,40	0,1-0,8	—	—
Ni	0,70	0,15-1,2	1,7	—
Cr	1,0	0,4-1,7	2,0	—
Sn	0,35	0,2-0,8	—	—
Al	110	35-200	—	—
<i>Примечание.</i> Прочерк означает отсутствие достоверных данных.				

У коров-первотелок холмогорской породы в первые два месяца лактации содержание Ca, P, Mg, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn, J в цистеральной, альвеолярной и остаточной порциях молока составляет соответственно 30-32, 50-55 и 15-19%, а в конце лактации (6-7-й мес) – 22-24, 52-57, и 20-22% от количества в разовом удое. Концентрация Ca, P, K, Mg, Zn и Fe в молоке

значительно выше, а Na - в 12 раз ниже, чем в плазме артериальной крови, что свидетельствует об активной роли клеток молочной железы в секреции этих элементов. В то же время концентрация J и Cu в молоке и крови по существу одинакова. Формирование минерального состава молока происходит в клетках альвеолярного эпителия и просветах альвеол.

Наибольшее количество Ca, P и Mg выделяется с первыми порциями молозива. Концентрация этих элементов в молоке повышается, а их абсолютное содержание уменьшается к концу лактации. Концентрация K, Na, Cl в молоке не зависит от продуктивности коров, структуры рациона и количества в нем этих электролитов, но закономерно изменяется по периодам лактации. Так, наибольшее содержание K, Na, Cl наблюдается в молозиве в день отела; на 7-10 сут. после него концентрация этих элементов значительно снижается и сохраняется на этом уровне до 6-го мес лактации. В дальнейшем содержание калия в молоке достоверно уменьшается, а Na и Cl - возрастает. К концу лактации в молоке коров повышается концентрация Fe, Mn, Zn, Cu, Co, J и Mo.

Содержание сырого протеина, Fe, Cu, Zn и Mn в рационе не оказывает существенного влияния на количество микроэлементов в молоке. Концентрация P и особенно Ca в молоке существенно зависит от содержания в нем жира. Однако у коров 8 пород молочного и 9 пород комбинированного направления продуктивности выявлена слабая корреляция между содержанием жира и концентрацией Ca ($r = 0,23$), а также P в молоке ($r = 0,21$). Более тесная связь ($r = 0,36$) отмечается между содержанием жира в молоке и отношением Ca:P. Концентрация Ca в молоке колеблется в зависимости от породы от 29 до 33 ммоль/л, P - от 28 до 34 ммоль/л, причем корреляции между этими показателями не наблюдается.

Содержание многих макроэлементов в молоке относительно постоянно при различном уровне их потребления и изменяется только при выраженном дефиците, причем снижение молочной продуктивности обычно обнаруживается значительно раньше, чем изменение концентрации минеральных веществ. Тем не менее у лактирующих животных концентрация йода в молоке является индикатором обеспеченности организма этим элементом. Необходимо отметить, что содержание железа в молоке коров при его дефиците и избытке практически не изменяется. Что касается других микроэлементов, то одни исследователи выявили снижение концентрации Zn, Mn, Cu, Co, Se в молоке при их дефиците в корме, тогда как другие — не наблюдали этой закономерности. При избытке J, Se, Mo и Pb в рационе концентрация их в молоке значительно возрастает.

На содержание тяжелых металлов в молоке как продукте питания установлены следующие предельно допустимые уровни: Hg — 0,025; Cd — 0,20; Pb — 0,25; As — 0,65; Cu — 15 и Zn — 75 мкмоль/л. При повышенном содержании тяжелых металлов, а также Cl, J, Cг и Sn в молоке снижаются его технологические свойства и пищевая ценность.

Молозиво значительно богаче молока минеральными веществами, и оно, как правило, лучше отражает обеспеченность ими организма животных.

3. Содержание витаминов A, D₃, E и бета-каротина в молоке и молозиве при дефиците их в рационе коров

Полноценность рационов по витаминам и каротину	Витамин A, мкг/мл	Витамин D ₃ , МЕ/мл	Витамин E, мкг/мл	Каротин, мкг/мл
Молозиво				
Полноценный	3,2-7,1	130-240	6,7-16,3	0,8-1,5
Дефицитный	0,4-2,0	30-70	менее 5,0	0,3-0,7
Молоко				
Полноценный	0,25-0,80	20-70	1,3-7,0	0,25-0,70
Дефицитный	0,05-0,15	3-12	0,4-1,0	0,05-0,20

Содержание витаминов в молоке зависит от породы животных, состава рационов, стадии лактации, климатических и других условий. В 1 кг молока содержится 0,7-0,9 мг

витамина В₁, 0,9-2 мг витамина В₂, 1,5-2 мг витамина В₅, 0,15-0,8 мг витамина В₆, 9-20 мг витамина С, 3-4 мкг витамина К, 2-7 мкг витамина В₁₂. В таблице 3 приведены данные по содержанию жирорастворимых витаминов и каротина в молоке и молозиве коров при различной обеспеченности их этими веществами.

Перевод животных на летнее кормление с обилием каротина в зеленых кормах быстро изменяет состав молока, наполняя его специфическим ароматом и существенной прибавкой концентрации витамина А и каротина. В зимнем молоке содержание витамина А не превышает 800-1000 МЕ/кг, а в молоке, получаемом летом, уровень этого витамина возрастает в 2-4 раза.

В зимний период при отсутствии в рационе жвачных животных хорошего сена авитаминоз Е – явление не редкое. Кроме того, свежая молодая люцерна содержит кумарины, обладающие значительными антивитаминами свойствами по отношению к токоферолу. Признаком острой недостаточности витамина Е может служить вкус молока. Оно начинает горчить и накапливает перекиси (быстро прикисает).

Результаты опытов, проведенных в МСХА им. Тимирязева, показали следующее: молоко коров с продуктивностью 5 - 8 тыс. кг молока, получавших рацион с повышенной А, D, Е - витаминной активностью (на 35 и 50 %), характеризовалось более высокими показателями биологической полноценности по уровню витаминов (А – соответственно на 7,4 и 10,5 %; Е - 7,1 и 9,7 %; D - 4,6 и 8,3%) и критериям оценки как среды для развития используемых молочнокислых бактерий (интенсивности роста индикаторной культуры на 3,9 и 5,7 %; по биосинтезу диацетила и ацетоина – на 2,9 и 4,8 %; летучих кислот – на 3,6 и 5,0 %).

Использование адресных витаминно-минеральных премиксов в рационе коров в течение всего продукционного цикла повышает молочную продуктивность на 7-10%, жирность молока на 0,2-0,4 абс.%, белковомолочность на 0,1-0,3 абс.%, экономию корма до 10 %, выход телят до 97%, уменьшает число заболеваний (эндометриты, маститы, задержание последа и т.д.) в 1,5-2 раза.

Таким образом, общая питательная ценность молока превышает индивидуальную ценность его отдельных компонентов благодаря уникальному химическому составу. Он может существенно меняться в зависимости от породы коров, стадии лактации, времени года, структуры рационов, факторов питания и т.д. В целом за состав молока на 55% ответственна наследственность, остальные 45% приходятся на внешние факторы, в т.ч. кормление. Однако отдельные показатели молока (плотность, точка замерзания, уровень лактозы) являются довольно постоянными и могут быть использованы как индикаторы его качества.

Содержание каротина, витаминов и отдельных микроэлементов (J, Se, Mo, Pb, Cr, Sn) в молоке более существенно зависит от уровня их в рационе, чем концентрация макроэлементов. При повышенном содержании тяжелых металлов, а также хлора, йода, хрома и олова снижаются технологические свойства и пищевая ценность молока. При некоторых заболеваниях коров (маститы, ацидозы, кетозы, белковый токсикоз и др.) в молоке появляются микроорганизмы, ингибиторы, избыточное количество промежуточных продуктов метаболизма (мочевина, ацетоновые тела), соматических клеток, что делает этот продукт опасным для потребителя и непригодным для молочной промышленности.

Качество молока коров.

2. Физико-химические и технологические свойства

Л.А. Заболотнов, доктор биологических наук

С. Г. Кузнецов, профессор, заслуженный деятель науки РФ

И.А. Баранова, кандидат биологических наук

П.В. Матющенко, кандидат биологических наук

ЗАО "Витасоль" (Россия)

Современные технологии переработки молока предъявляют высокие требования к качеству сырья, которое во многом определяется его физико-химическими и технологическими свойствами. Свежевыдоенное молоко обладает определенными органолептическими свойствами, плотностью, точкой замерзания и кипения, вязкостью, кислотностью, термостабильностью.

Точка замерзания молока в среднем равна минус 0,53°C (минус 0,52-0,57°C), что ниже, чем у воды. Это связано с содержанием в молоке растворенных веществ. Повышение точки замерзания молока - не всегда следствие добавления воды. Часто причина обусловлена несбалансированностью кормления, недостаточным содержанием минеральных веществ и нарушениями энерго-протеинового отношения в рационе. Разбавление молока водой возможно вследствие технических неисправностей в системе промывки доильных установок и холодильного оборудования. Точка кипения молока 100,2°C.

Довольно стабильный показатель молока — его плотность (масса при 20°C, заключённая в единице объёма). Плотность, которая обуславливается наличием в молоке сухих веществ, определяют не ранее чем через 2 часа после доения. За это время улетучиваются газы из парного молока. Белки, углеводы и соли повышают плотность, а жир понижает. Понижение плотности наблюдается при резком ухудшении кормления, а также при фальсификации молока. В новом ГОСТе Р 52054-2003 требования по плотности молока для высшего сорта составляют 1028 кг/м³, первого — 1027 и несортного — менее 1026 кг/м³. Молозиво имеет повышенную плотность 1038-1050 кг/м³.

Различают титруемую и активную кислотность. Титруемая кислотность выражается в градусах Тернера и находится в пределах 16-18°Т. Она определяется кислотным характером белков (казеина), наличием растворенного в молоке углекислого газа, лимонной кислоты и солей. Спустя некоторое время после доения по мере развития микроорганизмов, сбраживающих лактозу, в молоке накапливаются кислоты, повышающие титруемую кислотность. Этот показатель в молозиве составляет 48-52°Т. Активная кислотность характеризуется концентрацией водородных ионов и обозначается как рН. Этот показатель колеблется в пределах 6,3-6,9.

Кислотность молока может повышаться от погрешностей в кормлении, в том числе от дачи недоброкачественного силоса или его избытка в рационе, из-за нарушений фосфорно-кальциевого и белкового обмена, а также в первые дни после отёла. Из-за нарушения соотношения Р:Са в организме коров кислотность молока повышается до 20°Т и выше. Такой продукт не примет на переработку ни один молокозавод.

Летом причиной повышения кислотности молока может стать использование болотистых пастбищ. Повышается этот показатель и при недостатке в корме поваренной соли, а понижается (до 6-8°Т) в последние дни лактации животных, при заболеваниях коров маститом,

при разбавлении молока водой. Кроме этого, кислотность связана с микробным обсеменением молока.

Согласно ГОСТу Р 52054-2003, молоко высшего и I сорта должно быть по кислотности не ниже 16 и не выше 18°Т. Если этот показатель ниже 16 и более 21°Т, молоко считается несортным.

Требования к качеству молока по европейским стандартам приведены в таблице 1. Долгие годы основным качественным параметром молока было содержание жира. Сейчас закупочную цену молока определяет белок, а также кислотность, термоустойчивость, наличие механических примесей и ингибирующих веществ, бактериальная обсеменность, содержание соматических клеток.

1. Требования к качеству молока по европейским стандартам

Показатели	Сорт молока			
	евростандарт	высший	первый	второй
Температура, °С	<4	4-6	4-6	6-8
Кислотность, °Т	16-18	16-18	16-18	15; 19
Плотность, г/куб. см	>1028	>1028	>1027	<1026
Термоустойчивость	II	II	III-IV	V
Точка замерзания, °С	<-0,520	-0,520-0,515	-0,515-0,510	>-0,510
Чистота	1	1	1	11
Нейтрализующие вещества	Не допускаются			
Ингибиторы	Не допускаются			
Бактериальная обсеменность, тыс./куб.см	До 100	100,1-300	300,1-500	500,1-4000
Соматические клетки, тыс./куб.см	До 200	200,1-500	200,1-500	500,1-1000

В последние годы с увеличением производства стерилизованных продуктов питания проблема повышения термоустойчивости молока стала весьма актуальной. Удельный вес стерилизованного молока в объеме питьевого с 1990 года по настоящее время возрос более чем в 20 раз. Это связано с тем, что молочная промышленность заинтересована в выпуске продуктов длительного срока хранения и расширения их ассортимента. Однако в различных регионах России доля молока, пригодного к высокотемпературной обработке, остается невысокой и составляет 60-70%.

Термоустойчивость имеет достаточно сложную природу и определяется главным образом солевым равновесием в молоке, а также размером и химическим составом частиц казеина.

Причины снижения термоустойчивости:

- смешивание молока различной температуры;
- повышенная кислотность. Свежее молоко может иметь повышенную кислотность, вызванную его составом. Бывают ситуации, когда молоко с повышенной (до 26°Т) или пониженной (менее 16°Т) кислотностью дает отрицательную пробу на наличие соды, аммиака и примесей ингибирующих веществ, что, прежде всего, связано с нарушением кормления животных;
- тип и рацион кормления. В повседневной практике часто отмечается увеличение кислотности молока вследствие развития метаболического ацидоза, вызванного повышенной кислотностью силоса за счет масляной кислоты, нарушением обмена веществ на почве углеродной, минерально-витаминной недостаточности и белкового перекармливания, что становится причиной низкой термоустойчивости. При таких формах нарушения обмена веществ у лактирующих коров наряду с повышением кислотности в молоке появляется ацетон;

- загрязненность и недостаточное охлаждение молока. Эти факторы ведут к повышению его кислотности. Чем ниже уровень культуры хозяйствования предприятия, тем хуже качество его продукции и, соответственно, ниже прибыль.

Учитывая вышеизложенное, большое значение приобретают обеспеченность рационов углеводами и балансирование их по сахаро-протеиновому отношению, которые приводят к уменьшению в крови, моче и молоке кетоновых тел (ацетона, бета-оксимасляной и ацетоуксусной кислоты). Повышение уровня кетоновых тел в крови, моче и молоке свидетельствует о нарушении обмена веществ. Стойкая кетонемия встречается у коров при острой и подострой формах кетоза. При этом соотношение кетоновых тел меняется в сторону увеличения ацетона и ацетоацетата. При остром кетозе в моче и молоке обнаруживаются ацетоновые тела (в моче до 100-500 при норме 5-10 мг%, в молоке до 20-80 при норме до 8 мг%), а в крови – кетоновые тела (до 15-70 и более при норме 1-6 мг%). Увеличение ацетоновых тел в молоке резко снижает его потребительские свойства.

Избыток протеина в рационе коров приводит к повышению образования мочевины с последующим ее выделением с молоком (более 30 мг/100 мл).

Нарушение обмена веществ из-за ошибок в кормлении начинается незаметно, без каких-либо предвестников, и лишь позднее приводит к алиментарным болезням с глубокими, часто необратимыми дегенеративными изменениями органов и тканей. При этом повышается кислотность молока, ухудшается его термоустойчивость.

При нормальном соотношении углеводов, белков, жиров, минеральных элементов и витаминов в рубце увеличивается переваримость кормов. Образуется оптимальное соотношение продуктов распада и синтеза (летучие жирные кислоты, аминокислоты и др.), которые всасываются в кровь и благотворно действуют на физиологические функции организма.

В практике редко встречаются расстройства какого-либо одного вида обмена веществ. Чаще имеют место комбинации различных нарушений метаболизма (белково-углеводного, углеводно-жирового, витаминно-минерального и т. д.). Для распознавания нарушения обмена веществ необходимы комплексные исследования, включающие анализ кормов и биологических жидкостей организма животных. По экономическому ущербу нарушения обмена веществ занимают одно из первых мест у высокопродуктивных животных.

Для предотвращения аномалии термоустойчивости молока необходимо правильное балансирование рационов по питательным веществам, энергии, витаминам, макро- и микроэлементам. Особое значение, при любом типе кормления, имеет сахаро-протеиновое отношение. Наличие в рационе достаточного количества легкопереваримых углеводов и клетчатки — необходимое условие для нормальной жизнедеятельности микрофлоры рубца, обеспечивающей синтез ЛЖК, микробияльного протеина, витаминов группы В, С и К.

Повышение термоустойчивости белков молока решается нормализацией обмена веществ у дойных коров на основе комплексного подхода к проблемам в хозяйстве: кормлению, санитарному состоянию помещений и доильного оборудования, оздоровлению стада, его породности.

В настоящее время имеются различные технологические приемы повышения термоустойчивости молока, однако они не всегда решают проблемы улучшения качества сырья. Индивидуальные различия коров по термоустойчивости надоенного молока имеют весьма широкий диапазон и характеризуются от начала нагревания до коагуляции белков от 2 до 60 мин и более. Это указывает на возможность улучшения данного свойства молока селекционными методами.

2. Термостабильность молока в связи с породой коров

Порода коров	Содержание общего белка, г/100 мл	Термостабильность, мин
Холмогорская	3,443	38,1
Бестужевская	3,392	39,9
Айрширская	3,439	63,5
Голштинская	3,228	72,9

Отмечено, что термоустойчивость молока является наследственно обусловленным признаком, поскольку по нему существуют четко выраженные межпородные различия и при скрещивании скота различных пород он наследуется преимущественно по промежуточному типу и имеет устойчивую отрицательную корреляцию между содержанием общего белка в молоке и его термоустойчивостью.

При исследовании молока чистопородных животных на термоустойчивость установлено, что этот показатель у бестужевских и холмогорских коров лежал в интервале от 30 до 40 мин. Молоко, продуцируемое коровами айрширской и голштинской пород, выдерживало тепловую обработку при температуре 135°C более длительное время. Видимая коагуляция молочных белков происходила через 63,5 и 72,2 мин соответственно (таблица 2).

Среди чистопородного поголовья наиболее высокой долей коров, продуцирующих низко-термоустойчивое молоко, отличались холмогорские животные — 42,5 %, наименьшей (25,0%) — голштинские. У помесей, полученных от скрещивания этих пород, доля молока менее 40 мин. термоустойчивости имеет в среднем промежуточное значение — 36 %. Однако у них, по мере повышения кровности по голштинской породе, доля такого молока приближается к уровню улучшающей породы — 27 %.

Термоустойчивость во многом зависит от солевого равновесия, рН молока и соотношения в нем Са и Р. После систематических подкормок коров с целью улучшения их кальциевого питания в молоке резко возрастало количество ионизированного кальция, после чего казеин выпадал в осадок при нормальной кислотности от незначительного повышения температуры. Установлено, что уровень содержания в молоке κ -казеина и β -лактоглобулина достоверно влияет на его термоустойчивость. Её определяют по алкогольной пробе и подразделяют на классы от V до I, в зависимости от концентрации раствора этилового спирта, вызывающего осаждение хлопьев в молоке (68, 70, 72, 75 и 80%). Молоко, предназначенное для детского питания, должно соответствовать высшему сорту и по термоустойчивости быть не ниже II класса.

Увеличение казеиновой фракции в молоке сопровождается снижением термоустойчивости, что связано с понижением стабильности мицелл казеина в результате увеличения их размера и изменения величины заряда. Повышенной термостабильностью обладает молоко от коров в начале и конце лактации, и при среднем уровне молочной продуктивности. Большое влияние на состав и термостабильность молока оказывает кислотно-щелочное равновесие в организме коровы, обусловленное определенным соотношением кислых и щелочных элементов корма. Для улучшения термостабильности молока рекомендуют включать в рационы буферные смеси (бикарбонат натрия, оксид магния и другие щелочные соединения), снижающие кислотность корма.

Физико-химические и технологические свойства молока зависят от сезонных и климатических факторов. Сезонность влияет не только на содержание в молоке общего белка, но и на его фракции. Наиболее высокое содержание α -казеина в молоке наблюдается летом, низкое — зимой; β -казеина, наоборот, высокое — зимой, низкое — летом; содержание κ -казеина наибольшее осенью, наименьшее — весной. Весеннее молоко имеет более длительную продолжительность свертывания под действием сычужного фермента, чем зимнее.

3. Химический состав молока коров в связи с сезоном года

Показатель	Сезон года			
	лето	осень	зима	весна
Жир, %	3,58	3,87	3,68	3,56
Белок, %	3,27	3,38	3,30	3,11
Лактоза, %	4,70	4,71	4,70	4,68
Сухое вещество, %	12,26	12,57	12,36	12,21
Плотность, г/см ³	1027,5	1027,7	1027,4	1027,4
Кислотность, °Т	18,6	18,3	18,0	18,1

Худшее качество весеннего молока объясняется тем, что в нем содержится меньшее количество кальция, свободных аминокислот и витаминов. Это происходит в связи с пониженной полноценностью кормов и изменениями обмена веществ в организме коров. В весеннем молоке медленнее развиваются молочнокислые бактерии, снижается энергия образования кислот. Весенние отклонения в жизнедеятельности организма приводят к изменению продуктивности, состава и технологических свойств молока у коров.

Тем не менее, ряд хозяйств получает молоко стабильного качества в различные сезоны года. Прежде всего, следует отметить, что хозяйства с высоким уровнем технологии получения молока во все сезоны года производили сыро-пригодное и высококачественное молоко, стабильно отвечающее требованиям 1 сорта, 1 группы чистоты и 1 класса по бактериальной обсемененности. Кислотность молока даже в летнее время года не превышала 18,6°Т, так как оно подвергалось охлаждению до температуры ниже 10°С. Плотность молока соответствовала нормативным показателям, имела незначительное колебание по сезонам года и составляла 1027,4— 1027,7 г/см³ (таблица 3).

Лучшие показатели имеет осеннее молоко (повышенное содержание жира - 3,9%, белка - 3,4 и лактозы - 4,7%), худшее значение показателей отмечено летом и весной (жира 3,5-3,6%, белка 3,1-3,3 и лактозы 4,6-4,7%). Сезонная изменчивость уровня лактозы выражена слабее, чем жира и белка. Изменение количества сухого вещества в молоке в течение года было аналогичным жиру и белку. При этом наибольшее его содержание отмечено в осенний период (12,6%), наименьшее (12,2%) — весной. При выпасе на пастбище животные дают более термоустойчивое молоко, чем в стойловый период.

Количество казеина в осеннем молоке было наибольшим (2,7г/100 мл) по сравнению с молоком, полученным в другие времена года (2,4—2,6 г/100 мл). Зимнее молоко имело высокое содержание *κ*-казеина (0,25 г/100 мл), выше, чем в другие сезоны года, на 0,016—0,03 г/100 мл.

По сывороточным белкам более богато летнее молоко (0,76 г/100 мл), беднее — весеннее (0,67 г/100 мл). Превосходство летнего молока в сравнении с весенним обусловлено повышенным содержанием сывороточных белков: β -лактоглобулин - на 0,07 и α -лактоальбумин - на 0,036 г/100 мл. По остальным сывороточным белкам: F-фракции, альбумину крови, протеозо-пептону, иммуноглобулину и прочим «малым» фракциям — такого превосходства не выявлено.

В погоне за молоком в хозяйствах порой забывают о грамотном кормлении сухостойных коров. Например, барда и кислые корма приводят к абортам и повышению кислотности молозива до 130°Т, в результате чего наблюдаются падеж и диспепсия телят. В то же время низкая титруемая кислотность молозива (36-38°Т), вызванная нарушением витаминно-минерального питания сухостойных коров, также способствует развитию диспепсии у новорожденных телят.

Следовательно, получение качественного молока - сложный технологический процесс, направленный на реализации генетического потенциала коров, профилактику метаболических нарушений, связанных с полноценностью кормления и содержания животных.

В настоящее время закупочную цену молока определяет содержание в нем белка, жира, а также кислотность, термоустойчивость, наличие механических примесей и ингибирующих веществ, бактериальная обсеменность, содержание соматических клеток.

Показатели кислотности и термоустойчивости молока зависят от генетических факторов, условий кормления и содержания животных. Отклонения в химическом составе молока, вызванные изменением структуры и состава рациона, могут существенно влиять на титруемую кислотность, а, следовательно, и на термоустойчивость молока. Этот показатель значительно снижается при маститах.

Правильное балансирование рационов по питательным веществам, энергии, витаминам, макро- и микроэлементам, профилактика заболеваний животных – важнейшие факторы повышения термостабильности молока.

Качество молока коров.

3. Содержание жира и белка

Л.А. Заболотнов, доктор биологических наук
С. Г. Кузнецов, профессор, заслуженный деятель науки РФ
И.А. Баранова, кандидат биологических наук
П.В. Матющенко, кандидат биологических наук

ЗАО "Витасоль" (Россия)

При решении проблемы повышения качества молока должны быть приняты во внимание и изучены многие факторы, способствующие увеличению в нем общего количества сухого вещества, в том числе жира и белка. Известно, что на изменчивость белковости молока около 50% влияют генетические факторы и около 40% - паратипические. К паратипическим факторам относятся уровень и полноценность кормления, физиологическое состояние, здоровье, система содержания животных, сезон года и др.

Для того чтобы лучше представлять, каким образом ингредиенты корма влияют на состав молока, необходимо учитывать биохимические процессы, происходящие в молочной железе при синтезе жира и белка.

У молочного жира имеется два вида «предшественников»:

- жирные кислоты с короткими цепочками, которые синтезируются в молочной железе из ацетата и 3-гидроксипутирата. Ацетат образуется в рубце, главным образом в результате микробического расщепления клетчатки.
- жирные кислоты с длинными цепочками, которые экстрагируются из крови и куда они поступают за счет мобилизации жира тела, а также всасываются из желудочно-кишечного тракта.

Белки синтезируются в молочной железе из аминокислот, поступающих из крови. Значительная часть аминокислот имеет микробальное происхождение. Для такого синтеза необходима энергия в виде глюкозы. Некоторые белковые фракции (альбумины, глобулины) транспортируются из крови напрямую. Следовательно, для получения высокого содержания жира и белка в молоке очень важна оптимизация рубцового пищеварения, позволяющая поддерживать здоровую внутреннюю среду рубца, а значит и благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов.

Чтобы повысить уровень жира и белка в молоке, необходимо придерживаться следующих основных рекомендаций:

1. Увеличить общее количество скармливаемых кормов;
2. Обеспечить необходимое разнообразие кормов;
3. Рацион должен быть сбалансирован по энергии (углеводы и жиры), белку, клетчатке, минеральным веществам и витаминам;
4. Корма должны быть высокого качества.

Увеличение количества скармливаемых кормов наиболее актуально в начальную фазу лактации для предотвращения отрицательного энергетического баланса. В этот период высокопродуктивная корова может расходовать из тканей организма более 300 г белка и до 2 кг жира. Положительный энергетический баланс восстанавливает массу тела и животное начинает производить молоко с нормальным содержанием жира и белка. Повышенная дача кормов может улучшить белкомолочность на 0,2-0,3 абс.%.

Корма, обеспечивающие животное всеми необходимыми питательными веществами для синтеза компонентов молока, включают две основные группы: концентраты и волокнистые корма (сочные и грубые). Концентраты являются источником легко усваиваемых углеводов: крахмала, сахара и пектинов. Содержание таких углеводов в рационе варьируется от 20 до 45% от всего сухого вещества. Уровень в 45% характерен для рациона, где соотношение волокнистых кормов (содержащих клетчатку) и концентратов составляет 40:60. При низком содержании зерна в рационе увеличивается риск возникновения дефицита легко усваиваемых углеводов.

Оптимально подобранный уровень и качество концентратов улучшают показатели молока по белку и жиру. Перекармливание ведет к снижению жирности молока (на 0,1 абс.% и более) и увеличению содержания белка на 0,2-0,3 абс.%.

Большое влияние на состав молока имеет обработка зерна. Например, доказано, что хлопья кукурузы повышают содержание белка в молоке, а овсяные хлопья, напротив, снижают уровень белка на 0,2 абс.%. В целом, дробление, прессование, гранулирование, распаривание зерна увеличивают доступность сахаров для рубцового пищеварения, повышая молочную продуктивность и процент содержания белка. Однако здесь нужно проявлять осторожность, так как избыточное скармливание обработанного зерна ведет к ацидозу и стремительному падению уровня жирности молока. Во избежание этого рекомендуется заменять часть зерна отрубями, патокой, свёклой и др.

Для поддержания должного уровня белков в молоке рацион должен быть сбалансирован по сырому и переваримому протеину. Увеличение содержания сырого протеина в рационе положительно сказывается на продуктивности, но не влияет на уровень молочного белка. Однако дефицит сырого протеина приводит к значительному снижению белкомолочности. Установлено, что с каждым процентом потерянного сырого протеина в диапазоне от 17 до 9% содержание белка в молоке падает на 0,02 абс.%. Переваримый протеин должен составлять 65% от сырого протеина в рационе. При сокращении уровня переваримого протеина даже до 60% значительно снижаются молочная продуктивность и белкомолочность. В то же время белковый перекарм угнетает процессы брожения в рубце жвачных. В нем снижается образование уксусной кислоты и, как следствие, падает жирность молока. Кроме того, длительный белковый перекарм вызывает отравление животных, атонию рубца, задержание послета.

Введение в рацион защищенных белков (35-38% от всех белков) и аминокислот позволяет эффективно повысить концентрацию белка в молоке. Подобно защищенным жирам, защищенные белки, минуя рубец, расщепляются в сычуге, создавая высокую концентрацию аминокислот в двенадцатиперстной кишке и в оттекающей крови. Высокая концентрация аминокислот в крови обуславливает повышение синтеза белков в молочной железе.

Необходимость балансирования кормов по аминокислотам для всех видов животных не вызывает сомнений. Например, незаменимая аминокислота - метионин в кормах растительного происхождения содержится в незначительных количествах и, как правило, не обеспечивает потребности высокопродуктивных коров. Эта ситуация в молочном скотоводстве осложняется и тем, что, на фоне недостатка энергии и протеина в рационах, аминокислоты подвергаются частичной деградации в рубце, что делает неэффективным их добавление в корма жвачных.

Компания Adisseo предложила новое оригинальное решение. Метионин покрывается специальной оболочкой, чувствительной к кислотности среды. Проходя через рубец с рН 6,0 оболочка не разрушается и метионин полностью сохраняется в капсуле. Разрушение оболочки происходит только при рН 2,0 в сычуге, что обеспечивает высокий уровень доступности метионина для усвоения в кишечнике. Эффективность использования метионина составляет около 90%.

Защищенный метионин предлагается на рынке под торговой маркой Смартамин™М. Гранулы смартамина легко смешиваются со всеми видами кормов и кормовых добавок. Норма ввода смартамина составляет примерно 12 г на корову в день. Это позволяет увеличить содержание белка в молоке на 0,1-0,35 абс.% и значительно улучшить технологические свойства молока, особенно для приготовления сыров. Выход сыра при этом увеличивается на

3-6%. Использование смартамина в кормлении коров в целях увеличения надоя молока особенно эффективно в течение первых 100 дней лактации. Регулярный ввод смартамина увеличивает производство молока до 1,5 л на корову в день. Содержание жира в молоке остается на уровне контроля или повышается на 0,03-0,2 абс.%. Эти данные получены в Европе на стадах с высокой продуктивностью и на фоне сбалансированного кормления.

Вместе с тем, кроме выполнения функции структурной аминокислоты и лечебно-профилактического средства для поддержки высокого уровня обмена в печени, метионин является поставщиком метильных групп для реакций метилирования, которые являются обязательным этапом основных биохимических процессов. Кроме улучшения качества молока, доказана эффективность метионина в повышении плодовитости с тенденцией к сокращению межотельных интервалов.

Эффективность использования смартамина в кормлении лактирующих коров показана в двух научно-хозяйственных опытах, проведенных ВНИИФБиП. На основе расчетов потребности в метионине, его поступления с кормами и доступности из препарата были определены нормы ввода препарата в рацион дойных коров (около 20% от потребности).

За 100 дней лактации (с 40-го по 140-й день) молочная продуктивность в опытной группе коров с удоем 8 тыс. кг молока, получавших смартамин, возросла на 6,1%, содержание белка в молоке увеличилось на 4,1%, а выход молочного белка повысился на 10,5% (таблица 1).

Во втором эксперименте у коров с продуктивностью 6 тыс. кг молока удой возрос в опытной группе на 5,2%, содержание жира в молоке повысилось на 4,4%, при увеличении валового выхода жира на 9,8%. При этом концентрация белка в молоке существенно не изменилась.

1. Молочная продуктивность коров с удоем 8000 кг при добавлении смартамина

Показатели	Контроль	Опыт
Среднесуточный удой, кг	27,6±0,7	29,3±0,9
Содержание жира, %	3,65±0,07	3,65±0,08
Содержание белка, %	3,13±0,05	3,26±0,04
Суточная продукция молочного жира, г	1007±29	1071±61
Суточная продукция молочного белка, г	863±12	954±21

Вместе с тем накоплен опыт низкой эффективности добавок смартамина при значительном дефиците в рационах у коров витаминов, макро- и микроэлементов, сахаров, резкой смены рациона и т.д. Наиболее эффективна эта добавка при использовании легкораспадающихся в рубце протеинов, белков с низкой доступностью аминокислот и бедных метионином. Таким образом, за счет включения смартамина в рационы дойных коров переработчики молока получают сырье, которое отличается большей гомогенностью, скоростью створаживания и плотностью творожной массы.

Проведенные опыты показали, что оптимизация протеинового питания молочных коров, в т.ч. с использованием защищенных белков и аминокислот (метионина, лизина), позволяет увеличить выделение белков с молоком при сохранении его основных технологических свойств и получить молоко высокого качества.

Сочные и грубые корма, содержащие большое количество клетчатки, стимулируют сокращение рубца, выработку слюны, а также поддерживают баланс компонентов молока. Доля сочных и грубых кормов в рационе должна составлять не менее 40-50% от сухого вещества. Следует учитывать, что рационы с очень большим количеством клетчатки (25% и более) приводит к уменьшению уровня белка в молоке из-за дефицита энергии.

Недостаточное содержание длинноволокнистой клетчатки в рационе (менее 12% от сухого вещества рациона) обуславливает снижение жирности молока (иногда до 1,2-1,7 абс.%), развитие ацидоза и ухудшение воспроизводительной функции. Это явление называется син-

дромом снижения жирномолочности. Данный синдром принимает хронический характер в стойловый период, особенно при высокой доле в рационах тонко измельченных, дробленых, хлопьевидных кормов, а также брикетов большой плотности из концкормов. К этому синдрому может привести также добавка в рацион большого количества высокодисперсных компонентов с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот.

Снижение жирности молока в этом случае связано с тем, что значительный уровень легкорастворимых белков, небелковых азотистых веществ (нитратов, нитритов) и легкорасстворимых углеводов в сочной молодой траве (или повышенное содержание легкорасщепляемых углеводов в концентрированных кормах), при низком содержании клетчатки, приводит к уменьшению образования уксусной кислоты в результате расщепления клетчатки объемистых кормов и которая является предшественником молочного жира. Несбалансированность рационов ведет к увеличению содержания пропионовой кислоты (то есть к повышению кислотности рубца) и накоплению в рубце аммиака.

Добавление в рацион жиров позволяет повысить молочную продуктивность. Так, при скармливании 0,5 кг жира в день надои увеличиваются на 3,5 кг. Избыток растительных жиров, таких как соя и семена подсолнечника, уменьшает процент содержания жира в молоке. Повышают его животные жиры и защищенный растительный жир. Жиры, которые подверглись специальной обработке, защищены от микрофлоры рубца, они перевариваются и всасываются в двенадцатиперстной кишке. Защищенные растительные жиры являются наиболее доступным источником энергии, не влияют на ферментативные процессы в рубце, а значит, и на усвоение клетчатки. Жиры, защищенные оболочкой, также способствуют повышению жирности молока и содержания в нем линолевой кислоты. Их следует задавать в последнюю стадию стельности или сразу же после отела с тем, чтобы повысить уровень линолевой кислоты в молозиве и молоке.

Рекомендуемое содержание жиров в рационе дойных коров должно быть эквивалентным 60-65% суточной продукции молочного жира и не должно быть ниже 40%, что составляет 3,5-4,0% от потребляемого сухого вещества корма. Уровень жира в рационе сухостойных коров должен быть не менее 2,5-3,0% от сухого вещества.

Для продуктивности коров весьма важен жирнокислотный состав липидов корма и структура рациона. Высококонцентратные рационы и рационы с большим удельным весом тонкоизмельченных кормов снижают степень гидрогенизации липидов и синтез холина в преджелудках и печени, способствуют всасыванию большого количества ненасыщенных жирных кислот, а отсюда – снижению жирности молока. Введение в состав таких рационов ненасыщенных жиров еще больше усугубляет процесс, а введение животных или гидрогенизированных жиров, наоборот, способствует восстановлению и стабилизации жирности молока. В этом отношении эффективны также стеариновая и пальмитиновая кислоты.

У новотельных высокопродуктивных коров добавка 500 г кормового животного жира и 50 г глауберовой соли способствует повышению жирности молока до 0,45 абс.%. Хорошие результаты дает использование кормового животного жира с ацетатом натрия в дозах соответственно 500 и 300 г на голову, что повышает жирность молока на 0,4 абс.%, а удой – до 27%. Ацетат натрия также профилактирует закисление рубца и весеннее снижение жирности молока при выгоне коров на пастбище. Его скармливают в составе гранул и брикетов (3-5%). Суточное количество ацетата натрия должно быть в пределах 250-500 г в зависимости от продуктивности животных и потребления корма.

На состав молока в значительной степени влияет величина частиц корма, которая в норме должна быть не менее 1 см. При более мелком измельчении фуража увеличивается процент содержания белка (на 0,2-0,3 абс.%), но снижается уровень жира.

Следует учитывать, что на потребление кормов также оказывают влияние многие другие факторы: увеличение частоты дачи корма, его влажность (оптимальной является 35-50%), резкие переходы на другие рационы, условия содержания, переформирование групп

животных. Частое кормление, особенно на концентратном рационе с низким содержанием клетчатки (менее 45% грубых кормов), способствует повышению содержания жира в молоке.

Использование премикса, состоящего из витаминов А, D, E, глауберовой соли, Cu, Zn, Co, J, Se, приводило к повышению удоев, содержания жира и белка в молоке, снижению затрат корма на производство молока и индекса осеменения коров.

В одних опытах применение комбинированных фосфатов в кормлении коров позволяло повысить удои на 33 %, содержание жира в молоке - на 15%, а также улучшить его технологические качества, тогда как в других экспериментах использование фосфатов в скотоводстве способствовало повышению удоев на 10-12 %, без изменения химического состава молока. Высокопродуктивным коровам в переходный период содержания (май-июнь) следует добавлять в рацион 50-60 г оксида магния на голову в сутки даже при достаточном содержании Mg в корме (2,1-2,3 г/кг), а в период с июля по сентябрь — 25-30 г/сут. При этом массовая доля жира в молоке повышалась на 0,10-0,15 абс.% и на 1кг магнезии можно получить дополнительно 25-27 кг молока.

В Германии изучали эффективность минерального премикса (Ca, Na, Fe, Mn, Zn, J, Se, Co, Cu) в кормлении коров с удоем 7500 кг молока 4,2 % жирности. В целом за лактацию удой увеличился на 1,8 кг/сут, жирность молока — с 4,21 до 4,36 %, содержание белка — с 3,49 до 3,64 %, содержание лактозы не изменилось, а концентрация мочевины в молоке уменьшилась на 18 % .

Недостаточность серы у жвачных животных приводит к снижению потребления корма, переваримости клетчатки, количества бактерий и синтеза микробного белка в рубце, а в конечном счете - к снижению удоев на 6-12% и жирности молока на 8-14%. Недостаток серы как в зимних, так и летних рационах скота обычно составляет 20-35%.

При повышении уровня селена до 0,6 мг/кг сухого вещества рациона отмечено увеличение содержания белка и суммы аминокислот в молоке коров. Подкожная имплантация и пероральное введение KJ одинаково влияют на удой и жирномолочность (на 3-4 % выше), но при имплантации расход йода сокращается в 20-25 раз.

Применение рационов, обеспечивающих повышение А, D, E - витаминной обеспеченности на 35 и 50 % (по отношению к существующим ориентировочным нормам) сухостойных и лактирующих коров с продуктивностью 5 - 8 тыс. кг молока, позволяет более полно реализовать их генетический потенциал и получить прибавку молока за лактацию в среднем на корову соответственно 243 кг (4,3 %) и 385 кг (6,8 %); продукции молочного жира - 9,8 кг (4,5 %) и 14,1 кг (6,4 %); молочного белка - 8,4 кг (4,8 %) и 13,5 кг (7,7%). Введение в рацион коров витамина А на 30% больше нормы приводило к достоверному повышению содержания жира (на 0,29 абс.%) и лактозы (на 0,1 абс.%) в молоке.

Таким образом, содержание жира и белка в молоке зависит от породы, упитанности коровы, уровня ее продуктивности, стадии лактации и числа отелов, сезона года, качества рационов и кратности кормления. Одной из основных причин снижения жирности молока является недостаточное образование в рубце уксусной кислоты, количество которой зависит от наличия в рационе углеводов, в первую очередь длинноволокнистой клетчатки. Если в рационе много сахаров, то в результате брожения в рубце образуется больше масляной кислоты и меньше – уксусной. Скармливание коровам кормов, богатых крахмалом (концентраты), повышает образование пропионовой кислоты, способствующей увеличению концентрации белка в молоке. Включение в рацион коров защищенных белков и аминокислот (метионин, лизин) позволяет увеличить содержание белка в молоке на 0,2 абс.%, а включение защищенных растительных жиров способствует повышению жирности молока до 0,4 абс.%. Аналогичное влияние на жирность молока оказывают добавки кормового жира и ацетата натрия.

Кормовые факторы могут изменять не только общее содержание белка и жира в молоке, но и их фракционный состав. В целом кормление в меньшей степени определяет содержание белка в молоке, а больше влияет на уровень в нем жира. Наиболее эффективным способом увеличения выхода белка будут мероприятия, направленные на повышение молочной продуктивности коров.

Качество молока коров.

4. Бактериальная обсемененность, соматические клетки, мастит

Л.А. Заболотнов, доктор биологических наук

С. Г. Кузнецов, профессор, заслуженный деятель науки РФ

И.А. Баранова, кандидат биологических наук

П.В. Матющенко, кандидат биологических наук

ЗАО "Витасоль" (Россия)

Молоко – легко портящийся продукт, поэтому его охлаждают сразу после дойки. Любые отклонения от нормальных величин температуры, кислотности и обсеменённости микроорганизмами приводят к быстрому ухудшению качества молока.

Молоко является превосходной питательной средой для бактерий. Охлаждение молока ниже 10°C значительно затормаживает размножение бактерий. Бактериальная обсеменённость и количество соматических клеток в молоке оказывают существенное влияние на его хранение, переработку и вкусовые качества. Количество микроорганизмов и соматических клеток в молоке связано с различными факторами. В товарном молоке содержатся бактерии, дрожжи и плесневые грибки. Молоко в клинически здоровом вымени не содержит эти микроорганизмы. Они попадают из внешней среды.

Переработчик молока обращает внимание на степень пригодности сырья для изготовления различных продуктов, качество и количество которых во многом зависят от уровня бактериальной обсемененности и содержания соматических клеток в сыром молоке.

По европейским стандартам показатель бактериальной обсемененности в сыром продукте не должен превышать 100 тыс. в 1 см³. В России, согласно новому ГОСТу Р 52054-2003 «Молоко натуральное коровье - сырье. Технические условия», для высшего сорта молока ориентировочное количество бактерий составляет до 300 тыс. в 1 см³.

Высокая бактериальная загрязненность приводит к ухудшению вкуса, снижению питательной ценности сырого молока и изготавливаемых из него продуктов, а также способствует значительному сокращению их срока хранения. Известно, что некоторые виды микроорганизмов, обнаруживаемых в молоке, способны выдерживать не только пастеризацию, но и замораживание.

Наиболее распространенными бактериями являются энтерококки, микрококки, лактобациллы. Эти виды встречаются в основном в жидком молоке и хорошо переносят процесс пастеризации. Источником их попадания в сырой продукт является загрязненное оборудование на ферме и молокоперерабатывающих предприятиях. К термической обработке также устойчивы некоторые спорообразующие бактерии, например, широко распространенные клостридии.

Из сырого молока, а затем и приготовленного из него продукта, нередко выделяют бактерии, которые могут активно размножаться при температуре, характерной для обычного бытового холодильника. Эти микроорганизмы (например, псевдомонады) изменяют вкус продукта, делая его горьким.

Бактериальная обсемененность молока наиболее точно отражает санитарные условия его получения. Повышенная обсемененность – результат нарушения технологических и гигиенических требований производства молока. Тут многое зависит от чистоты вымени коровы и прилегающих к нему кожных покровов, от стерильности доильных аппаратов. Бактериальная обсемененность молока может увеличиться до 19% при его охлаждении и на 45% при перекачивании и транспортировке.

Не позднее 2 ч после дойки молоко надо охладить до температуры 4±2°C, при этом хранят его не более 24 ч. Нельзя смешивать молоко последнего удоя с охлажденным, по-

сколькo при этом нарушается его бактерицидная фаза и повышается активность микроорганизмов. При сдаче молока на переработку его температура должна быть не выше 10°C. Это поддерживает бактериальную стабильность продукта до 10 ч, а при охлаждении до 4-6°C – свыше 24 ч. Однако не следует охлаждение молока принимать за фактор, восстанавливающий качество. При охлаждении только задерживается рост уже имеющихся в молоке бактерий.

Основным проводником инфицирования вымени является открытый сосковый канал при подготовке к доению, во время доения и в течение 1 часа после доения. Из соскового канала в 1 мл молока может попадать до 1 тысячи микроорганизмов, из воздуха в помещении – до 15 тыс., с загрязнённой поверхности сосков вымени – до 20 тыс. После окончания каждого доения сосковый канал остаётся открытым в течение часа. Сразу после доения в вымени создаётся «мягкий вакуум», который втягивает воздух и грязь в сосковый канал. Поэтому сразу после доения рекомендуется обрабатывать соски раствором на основе хлоргексидина диглюконата, образующего плёнку, которая предотвращает проникновение микроорганизмов в сосковый канал и отпугивает насекомых.

Доильное и холодильное оборудование может поставлять в молоко до 300 тыс./мл микроорганизмов, а инфицированные доли вымени – от 20 тыс./мл и более. Доение – не только процесс поступления молока из молочных желез, но и пусковой фактор ряда физиологических механизмов в организме коровы, влияющий на продукционные процессы, потребление кормов и поведение животного.

Доильный аппарат может способствовать передаче патогенных микробов от одной коровы к другой и между четвертями вымени, а также переносу бактерий извне в синус соска в результате перепадов давления в коллекторе. Более того, колебания давления в коллекторе доильного аппарата вызывают перенос и смешивание молока в доильных стаканах. Кончики соска могут быть повреждены доильным аппаратом, что приводит к размножению бактерий. К повреждению сосков часто приводят: слишком высокий уровень вакуума, передаивание и неадекватная пульсация, недостаточная фаза массажа. Все это указывает на важность выбора конструкции доильного аппарата и его правильной эксплуатации.

Установлено, что лучшее по содержанию соматических клеток и уровню бактериальной обсеменённости молоко давали коровы, которых содержали беспривязно и доили на установке типа «Ёлочка». Продукция, полученная на ферме с привязным содержанием, где животных доили на установке типа АДМ-8Е, уступала по качеству.

Бактериальная обсеменённость молока значительно повышается у коров при мастите. Количество обнаруживаемых бактерий зависит от формы мастита и его стадии, а также вида патогенов. С молоком инфицированного животного может выделяться более 10^7 бактерий на 1 мл. Подсчитано, что если доля молока, имеющего такую высокую загрязнённость, составляет 1% от всего выдаиваемого в хозяйстве объёма продукта, то общее количество микроорганизмов в сборном молоке приближается к 10^5 на 1 мл.

Мастит – воспаление молочной железы, которое может быть вызвано бактериальной инфекцией или травмой. Рост бактерий сопровождается выделением метаболитов и токсинов, которые активизируют защитные механизмы в организме коровы. Воспаление вызывает миграцию лейкоцитов, выполняющих защитные функции, из периферийной системы кровообращения в вымя, что ведёт к росту числа соматических клеток в 1 мл молока от 100 тысяч до нескольких миллионов.

Содержание соматических клеток является одним из наиболее значимых показателей качества молока. Соматические клетки – это отмирающие клетки цилиндрического, плоского и кубического эпителия молочной железы, лейкоциты, эритроциты. Соматические клетки вырабатывают ферменты, устойчивые к пастеризации, и способны разрушать жиры и белки, которые входят в состав молока. В результате этих процессов молоко может приобретать неприятный привкус или запах, что негативно отражается на его потребительских свойствах и сроках хранения. Даже в холодильнике такое молоко очень скоро портится и становится непригодным к употреблению и переработке.

В вымени происходит постоянное обновление клеток эпителиальной ткани. Вследствие этого в молоке всегда присутствуют соматические клетки. Четверти вымени с количеством соматических клеток до 100 тыс./мл считаются здоровыми. Этот показатель может колебаться от 50 до 170 тыс./мл в зависимости от возраста коров, кормления и условий содержания в коровниках, но в среднем составляет около 100 тыс./мл.

Содержание соматических клеток от 300 до 800 тыс. в 1 мл молока из четверти показывает на субклинический мастит. Отмечаются субклинические случаи, когда около 5-35% четвертей вымени всего стада инфицированы патогенными бактериями. Субклинический мастит труднее обнаружить, так как молоко и вымя выглядят благополучными, в то время как в молоке определяется более высокое содержание соматических клеток.

Содержание соматических клеток свыше миллиона/мл свидетельствует о клиническом мастите. Клинический мастит достаточно легко обнаружить. Симптомы - сворачивание и изменение цвета молока, молочная железа становится болезненной, плотной, наблюдается ее покраснение и опухание, в тяжелых случаях у животного повышается температура и снижается аппетит.

1. Снижение производства молока в зависимости от количества соматических клеток (КСК) в сборном молоке

КСК, тыс./мл молока	Инфицированные маститом четверти вымени (% от всего стада)	Снижение надоя (%), в сравнении с количеством клеток в 200 тыс./мл
< 200	6	0-5
200-500	16	6-9
501-1000	32	10-18
>1000	48	19-29

2. Состав молока коров, больных маститом

Показатели	Нормальное молоко	Маститное молоко
Лактоза, %	4,7	3,9-4,5
Жир, %	3,8	2,2 (1,5-3,5)
Хлориды, %	0,091-0,1	0,147-0,15
Общий белок, %, в т. ч. казеин, %	3,3 2,7	До 6,1 0,68-2,0
Сывороточные белки, %	0,7-0,8	1,2-1,3
Сухое вещество, %	12,5	До 10,8
Кальций, %	0,7	0,16-0,6
РН	6,5	6,7-6,9
Кислотность титруемая, °Т	16-18	14,0-15,9
Соматические клетки, тыс./мл	100 - 300	300 - 1000

Помимо снижения молочной продуктивности коров (таблица 1), наблюдается ухудшение качественных показателей молока. Патологические последствия мастита - повреждение тканей, изменение секреторной функции. Степень заболевания оказывает значительное влияние на состав молока.

Как следует из таблицы 2, при маститах содержание серопротеинов увеличивается, а доля казеинов уменьшается, что ухудшает качество молока как сырья для производства сыра. Концентрация водородных ионов в молоке увеличивается (сдвиг в щелочную сторону), возрастает его удельная проводимость. В молоке уменьшается содержание сухого вещества, молочного жира, казеина, лактозы, солей кальция, фосфора, калия, магния, витаминов. Параллельно с этим увеличивается содержание водорастворимых фракций белка (альбумина, глобулина), хлора, натрия, ферментов (каталазы, редуктазы, фосфатазы).

Вышеперечисленные факторы ухудшают технологические свойства молока, нарушают микробиологические и биохимические процессы его переработки. Такое молоко - плохой

субстрат для развития молочнокислых микроорганизмов, используемых в молочной промышленности в заквасках. Прежде всего, маститное молоко теряет способность к образованию нормального сычужного сгустка, а также из-за медленного развития заквасочных культур в сырной массе не достигается необходимого уровня кислотности. Низкая активность закваски и кислотность сырной массы, в сочетании с высокой влажностью из-за рыхлости сгустка, создают предпосылки для развития в сыре посторонних, вредных микроорганизмов. Вследствие нарушения микробиологических и биохимических процессов при выработке сыра ухудшается вкус, запах, цвет и консистенция, то есть из такого молока невозможно получить продукт хорошего качества.

Чаще всего при заболевании коров маститом в молоке выделяют стафилококки и стрептококки. Эти виды бактерий ухудшают вкус продукта, продолжительность его хранения. Сыры, приготавливаемые из молока, загрязненного этими микроорганизмами, плохо созревают. Чтобы уменьшить содержание бактерий в молочном сыре и изготавливаемой из него продукции, необходимо соблюдать высокие гигиенические стандарты на ферме, а также во время транспортировки и переработки сырья. Очень важно применять современные охлаждающие установки, поддерживающие температуру молока не выше 4°C, так как в этих условиях погибает или не развивается большинство бактерий.

Высокое содержание соматических клеток и сывороточных белков при маститах снижает термоустойчивость молока. Это отражается на технологическом процессе приготовления и качестве сгущенного и стерилизованного молока.

Антибиотики, используемые для лечения и предотвращения различных заболеваний скота, нередко вызывают у человека аллергические реакции. Как правило, антибиотики применяют для лечения и профилактики мастита у дойных и сухостойных коров. И если у дойных коров антибиотики выводятся из организма в течение 1-4 дней, то у сухостойных - за 4-6 недель. У таких коров лекарства могут выделяться с молоком и после отела. Как правило, препараты применяют в соответствии с инструкциями. Но нельзя не учитывать складывающиеся ситуации в хозяйствах: неправильная маркировка коров, ошибки в ведении учетных записей, несогласованные действия персонала, несоблюдение сроков доения, трудно прогнозируемое время удаления антибиотиков. При неправильном или повторном их использовании увеличивается риск получения молока, содержащего антибиотики.

Такое молоко снижает качество продукции при его переработке. В связи с этим молочные заводы строго контролируют их наличие и отказываются от приёма такого сырья. Поэтому необходимо повсеместно в хозяйствах использовать полноценную систему строгого контроля учёта и отчетности. Лактирующих коров при лечении антибиотиками доят отдельно, а молоко, полученное от них, не отправляют на переработку.

В настоящее время используют различные тесты для определения антибиотиков в молоке от отдельных коров, в сборных емкостях, молоковозах, в танках-хранилищах и тестирование конечного продукта на соответствие стандартам. Тестирование на ранних стадиях значительно снижает риск появления некондиционных продуктов в конце переработки молока и позволяет хозяйству получить статус надежного производителя сыра.

Тестирование в молоковозах перед выгрузкой в хранилище позволяет избегать приема молока с большим количеством антибиотиков. Например, в Нидерландах принят собственный метод определения содержания антибиотиков, в Бельгии и во Франции - Дельвотест, в Германии - BR-Test на основе индикатора Redox. В США определяют шесть бета-лактамовых препаратов в момент разгрузки на молокозаводах.

В странах с развитым животноводством среднее количество антибиотиков в молоке составляет 0,05-0,17%. Наиболее часто определяемые в этих странах антибиотики (70-95%) относятся к бета-лактамовой группе (цефалонин и пенициллин). Тестирование происходит в соответствии с утвержденной процедурой. Но в молоке присутствуют и другие типы антибиотиков, а также сульфаниламиды. По данным США, все они могут накапливаться в молоке.

Пенициллин, клоксациллин, амоксициллин, цефтиофур вводят животным внутримышечно, цефапирин применяют для лечения мастита у яловых и сухостойных коров, а тетрациклин, сульфонамид, кинолон и хлорамфеникол используют при респираторных заболеваниях, пневмонии, гнойных ранах, туберкулезе. Для составления прямой корреляции между этими препаратами и обнаруженными в молоке антибиотиками необходимы точные данные по частоте их применения и методам лечения. Допустимый уровень антибиотиков и некоторых сульфаниламидных препаратов в молоке США и ЕС приведен в таблице 3.

Российские санитарно-эпидемиологические правила и нормативы запрещают использование молока с антибиотиками.

3. Допустимый уровень антибиотиков в молоке, мкг/кг

Препарат	США (безопасный предел)	ЕС (максимально допустимый предел)
Пенициллин	5	4
Амоксициллин	10	4
Клоксациллин	10	30
Цефапирин	20	10
Цефалонин	Не установлен	10
Тетрациклин	300	100
Неомицин	150	500
Сульфаметазин	10	100

По данным ряда авторов, Se и витамин E сокращают продолжительность и облегчают течение маститов, снижают заболеваемость эндометритами и маститами. Показано, что при содержании Se в цельной крови и плазме соответственно 2,5 и 0,9 ммоль/л у коров не развиваются инфекционные маститы. Обнаружено достоверное уменьшение количества соматических клеток (КСМ) в молоке с повышением уровня A, D, E - витаминного питания высокопродуктивных коров (соответственно при 100, 135 и 150%-ной витаминной обеспеченности КСК составляло 128; 90 и 71 тыс./мл).

Маститы наносят ощутимый экономический ущерб скотоводству. Распространение субклинического мастита у коров в некоторых странах мира достигает весьма высокого уровня, например, в США – до 40%, Великобритании – 32%, Дании – 30%, Австрии – до 24%. В России маститом болеют 15-25% коров. В хозяйствах Омской области уровень заболеваемости коров субклиническим и клиническим маститом достигает 63%. Экономический ущерб от заболевания коров маститами в Германии составляет около 400 млн. евро, в США – 2 млрд. долларов в год. В последние годы в РФ потери молока в результате маститов составляют 30-40% от потерь, наносимых всеми болезнями коров.

Молочная продуктивность коров при маститах может снизиться до 40% (в среднем 8-15%), причем прежние удои вообще не восстанавливаются. Срок продуктивного использования коров, переболевших маститами, сокращается в среднем на 2,5 года. Во время лечения (около 6 дней) и в течение 2-3 суток после него антибиотики выделяются с молоком, и оно становится не пригодным для переработки. Маститы косвенно влияют на показатели качества молока. Нельзя забывать об ущербе для селекции и о том, что маститы ухудшают репродуктивные способности коров. Хозяйства затрачивают значительные средства на лечение больных животных. Хотя, как показывает практика, лечение маститов в условиях фермы мало эффективно.

Провести экономическую оценку прямых потерь от маститов бывает сложно, так как на каждый случай клинического проявления мастита в стаде приходится от 15 до 40 субклинических форм. В РФ стадо считается благополучным по маститу, если больных с субклинической формой не более 5-8% от всех коров. Если больше, то нужно быстро принимать эффективные меры. В США стадо благополучно по маститу, если соматических клеток в молоке не более 200 тыс./см³.

Многообразие факторов, способствующих возникновению маститов, а также короткие стойла и плотное размещение животных, несбалансированное и неправильное кормление их перед отелом, переохлаждение, наследственная предрасположенность, неправильная форма вымени и аномалии сосков создают определенные трудности в борьбе с маститом. В связи с этим наиболее эффективный путь этой борьбы - профилактика.

В процессе контроля за маститами важно учитывать источники и пути распространения заболевания. Микроорганизмы, вызывающие мастит, обитают в различных средах (навоз, подстилка, кожа животного, почва, вода и т.д.). Общая ухоженность коров и чистота помещений, наряду с тщательным следованием процедурам содержания и доения, являются эффективным средством контроля распространения мастита.

Перед дойкой рекомендуется сдаивать первые струйки молока в отдельную посуду и тщательно его осматривать. При этом происходит стимуляция молокоотдачи, удаляются микроорганизмы из соскового канала и появляется возможность обнаружить клинический мастит. Для регулярного контроля на субклинический мастит рекомендуется не реже одного раза в неделю определение количества соматических клеток в молоке экспресс-методом. По их количеству можно определить уровень заболеваемости.

Профилактику мастита и снижения качества молока можно проводить, следуя следующим простым указаниям: подстилка в коровнике должна быть чистой от навоза и сухой; использовать длительно действующие антибиотики при лечении вымени в период сухостоя; доильное оборудование должно быть установлено согласно рекомендациям производителя; мощность вакуумного насоса, размеры распределительного танка и трубопровода должны соответствовать числу доильных аппаратов; пульсаторы и регуляторы вакуума должны выдавать заданные параметры; доильное оборудование должно быть качественно почищено перед доением (можно перед началом дойки ополаскивать доильную систему водой с температурой 75-80°C); прокладки и другие резиновые части доильного оборудования должны вовремя заменяться; мыть соски вымени с минимальным количеством воды и тщательно сушить посредством индивидуальных полотенец; не допускать скапливания воды в доильном стакане при доении; устранять соскальзывание и сминание прокладок в доильном оборудовании; избегать машинного додаивания и передерживания доильных аппаратов (холостое доение); дезинфицировать соски на 1/3 длины после доения; кормить коров сразу после дойки, чтобы они оставались в стоячем положении по крайней мере в течение часа; больных коров следует доить последними; выбраковка из стада дважды переболевших животных.

Следовательно, бактериальная обсеменённость и количество соматических клеток (КСК) в молоке оказывают существенное влияние на его хранение, переработку и вкусовые качества. Охлаждение молока ниже 10°C значительно затормаживает размножение бактерий. Если бактериальная обсеменённость молока наиболее точно отражает санитарные условия его получения, то КСК - наиболее значимый показатель качества молока.

КСК, выделенное с молоком из здорового вымени, колеблется от 10 до 100 тыс./мл и зависит от физиологического состояния животного, его здоровья и генетики, условий кормления и содержания. КСК в молоке увеличивается в первые дни после отела, перед запуском, во время течки и при заболеваниях коров. Показатель КСК от 300 до 800 тыс. в 1 мл молока показывает на субклинический мастит, а свыше 1 млн./мл свидетельствует о его клинической форме.

При маститах в молоке уменьшается содержание сухого вещества, молочного жира, казеина, лактозы, солей кальция, фосфора, калия, магния, витаминов, увеличивается концентрация водорастворимых фракций белка, хлора, натрия, ферментов, рН сдвигается в щелочную сторону. Эти факторы ухудшают технологические свойства молока, нарушают микробиологические и биохимические процессы его переработки.

В России маститом болеют 15-25% коров. В некоторых регионах уровень этой патологии достигает 63%. В последние годы потери молока в нашей стране из-за маститов составляют 30-40% от потерь, наносимых всеми болезнями коров. Молочная продуктивность при маститах может снизиться до 40% (в среднем 8-15%), причем прежние удои вообще не восстанавливаются. Источники экономических потерь от маститов могут складываться из снижения надоев – 66,0%, затрат на замену скота – 22,6, ухудшения качества молока – 5,7, ухода за больными животными – 4,1, затрат на ветеринарные услуги – 1,6 % от общих потерь. Во время лечения мастита (около 6 дней) и в течение 2-3 суток после него антибиотики выделяются с молоком, и оно становится не пригодным для переработки.

Профилактика мастита - залог производства высококачественного молока. Каждый рубль, вложенный в профилактику, приносит от 5 до 10 рублей экономии. При этом успех напрямую зависит от наличия грамотных специалистов и квалификации персонала, непосредственно обслуживающего молочное стадо. Большое значение имеет гигиена сотрудников.

Доеение занимает одно из важнейших мест в технологии молочного хозяйства, улучшении здоровья коров, их продуктивности. Производство качественного молока невозможно без грамотного использования доильного оборудования, его своевременной очистки и дезинфекции, соблюдения всех звеньев технологического процесса получения и переработки молока.