

Лекция №1. «ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ, СОСТАВ И СВОЙСТВА МОЛОКА»

ВОПРОСЫ:

1. Значение молока и молочных продуктов
2. Химический состав коровьего молока
3. Свойства коровьего молока

1. ЗНАЧЕНИЕ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Молочное дело – это наука, которая изучает состав и свойства молока, технологию его получения и переработки в молочные продукты.

Поскольку цельное молоко является сырьем для производства большого ассортимента молочных продуктов, то к его качеству предъявляются высокие требования. Причем, состав и свойства молока для производства различных продуктов должен быть различен. В связи с этим, при прохождении дисциплины «Молочное дело» необходимо изучить состав молока и его изменчивость под влиянием зоотехнических, биологических и технологических факторов; организацию получения молока высокого качества; сохранения его ценнейших свойств с момента получения на ферме до доставки на перерабатывающие предприятия; требования к молоку как сырью при производстве различных молочных продуктов; основы технологии молочных продуктов и другие вопросы.

В стране работает 125 средних и крупных предприятий по переработке молока. Образовано 6 производственных объединений в каждой области. Молочные заводы работают во всех областных и районных центрах. Средняя производительность одного предприятия – 80 тонн в смену (от 10 до 600).

На молоко и молочные продукты как на ценные продукты питания, обладающие диетическими и лечебными свойствами, обратили внимание в древние времена. Сыр был известен примерно 8 тыс. лет до нашей эры. Масло стали употреблять в пищу, а также как лечебное и косметическое средство примерно 5 тыс. лет назад.

Издавна считалось, что коровье молоко является одним из важнейших для человека питательных веществ. Его называли «жидкое мясо» и не с проста.

Во первых: в расчете на 100 кг питательных веществ, которые содержатся в корме, корова синтезирует и выделяет с молоком 3,3 – 4,5 кг белка, а при откорме – 1 – 1,4 кг, что свидетельствует не только о полноценности, а и о низкой стоимости молочных белков.

Во вторых: 1 кг молока содержит 650 – 700 кКал энергии, что свидетельствует о том, что 2 кг молока по энергетической ценности соответствует 1 кг говядины, но на производство 2 кг молока используется 2 – 2,5 кормовых единиц, а на 1 кг говядины – 7 – 9 к.ед. (т.е. в 3 – 4 раза больше).

И так, молоко – это биологическая жидкость, выделяемая молочной железой самок млекопитающих. Это единственный пищевой продукт, который обеспечивает организм млекопитающих всеми необходимыми питательными веществами. Оно служит полноценной и незаменимой пищей новорожденным животным, а также необходимо для питания человека любого возраста. Ценность молока как пищевого продукта заключается в его легкой усвояемости (переваримость около 95 – 98 %), способности к возбуждению пищеварительных органов, лучшим усвоением азота молока по сравнению с азотом других продуктов.

При употреблении ежедневно 0,5 л молока на 50 % покрывается суточная потребность человека в жире, почти на 30 % – белке животного происхождения, на 17,5% – в полиненасыщенных жирных кислотах и на 6,3 % – в фосфолипидах. Молоко служит хорошим источником минеральных веществ (особенно Са и Р) микроэлементов и витаминов.

Благодаря особому составу молока, хорошей переваримости его составных частей, высокой усвояемости белков, жиров и углеводов, оно обладает диетическими свойствами, принимает участие в регулировании кислотно-щелочного равновесия в организме. При употреблении молока организм лучше защищен от воздействия неблагоприятных факторов Среды (во вредных отраслях производства рабочие обязательно получают молоко).

Молочный белок является важным защитным фактором, так как он связывает пары кислот и щелочей, нейтрализует ядовитые тяжелые металлы и другие вредные вещества.

Молоко используют в кондитерской и хлебопекарной промышленности, как источник получения отдельных его компонентов, применяемых в фармацевтической, авиационной и др. отраслей промышленности.

2. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОРОВЬЕГО МОЛОКА

В составе молока содержится до 250 различных веществ, в т.ч. 20 жирных кислот, 25 аминокислот, 30 видов минеральных веществ, 23 вида различных витаминов, 4 вида молочного сахара, пигменты, ферменты, фосфатиды, лимонная кислота и др. Состоит молоко из воды и сухого вещества. Основную часть последнего составляет молочный жир, молочные белки, молочный сахар и соли. Помимо этого, в сухой остаток входят

фосфатиды, стерины и другие азотистые вещества, витамины, ферменты, лимонная кислота, гормоны и др. В молоке имеются газы. Химический состав молока представлен в таблице (табл. 1).

Вода – обязательная составная часть молока. Все физиологические процессы, происходящие в организме, протекают при участии воды. Для нормального течения их в организме млекопитающих животных и человека, которые в первый период после рождения питаются в основном молоком, содержание воды в нем имеет большое значение. Основным источником воды молока служит кровь, и только некоторая часть ее образуется в процессах синтеза веществ.

В молоке различают воду свободную, связанную, кристаллизационную и набухания. До 97 % воды в молоке находится в свободном состоянии. В ней растворены сахар, кислоты, минеральные и другие вещества. Эта вода при температуре 100 °С и выше переходит в парообразное состояние. На этом свойстве основано консервирование молока путем сушки.

Связанной воды в молоке 2 – 3,5 %. Она недоступна микроорганизмам, поэтому ее наличие в сухих продуктах не создает условий для их развития.

Вода набухания находится в лиофильных коллоидах. От нее зависит консистенция многих молочных продуктов – творога, сыра, мороженого и др.

Кристаллизационная вода встречается только в молочном сахаре, который кристаллизуется с одной молекулой воды.

Сухое вещество. Его содержится в молоке в среднем 12,5 %. В него входят жир, белок, лактоза, минеральные соли. Показатель сухого остатка определяет питательную ценность молока, расход сырья на единицу продукции при переработке молока на сыр, масло, творог и др. Определяют сухой остаток путем высушивания молока до постоянной массы при температуре 102 – 105 °С, а также расчетным путем.

Молочный жир. Ценность молочного жира заключается в высокой усвояемости (95 – 98 %), калорийности (1 г жира эквивалентен 9,3 ккал) и содержании дефицитных жирорастворимых витаминов.

Молочный жир – это смесь сложных эфиров трехатомного спирта глицерина и жирных кислот. Его относят к нейтральным жирам. Установлено, что в жире не менее 20 различных жирных кислот. Количество отдельных жирных кислот подвержено значительным колебаниям. Зависит это от кормления, сезона года, периода лактации и др. Эти колебания заметно отражаются на консистенции, вкусовых качествах и стойкости масла при хранении, например, увеличение количества насыщенных кислот приводит к крошливой консистенции масла и ухудшению его вкуса. При увеличении содержания ненасыщенных кислот масло становится мажущимся, появляется привкус растительного масла, продукт становится малостойким при хранении.

Жир в молоке находится в виде жировых шариков (табл. 2), диаметром в среднем 2,5 – 3,0 микрон с колебаниями от 0,5 до 10 микрон. В 1 мл молока до 3 млрд. шариков.

Величина жировых шариков имеет большое практическое значение. Чем они крупнее, тем жир легче отделяется при сепарировании молока. Чем больше в молоке крупных шариков, тем больше получается масла. Величина жировых шариков – породный признак, зависит она также и от индивидуальных особенностей животных, от стадии лактации и кормления.

При спокойном состоянии молока жировые шарики всплывают на поверхность и образуют слой сливок. В первые 30 мин. наблюдается незначительный подъем жира. В это время происходит формирование жировых комочков, после чего они всплывают с одинаковой скоростью. В течение 2 часов отстаивается около 60 % всех жировых шариков. В охлажденном молоке жир всплывает быстрее. При размешивании молока жировые шарики распределяются по всей его массе.

Молочный жир образуется из питательных веществ корма – жиров, протеинов, углеводов (табл. 3). Примерно половина молочного жира синтезируется не из жира корма, а из других жировых источников. Основными предшественниками жира являются летучие жирные кислоты, образующиеся в результате брожения в рубце и других отделах преджелудков.

Молочный белок – в молоке в среднем содержится 3,3 % (от 2 до 5). При скормливаниях коровам рационов, недостаточных по общей питательности и переваримому протеину, количество белка может снизиться до 2 %.

Белый цвет молока обусловлен содержанием в нем белка, который находится в коллоидном состоянии. В молоке содержатся следующие белки: казеин – 2,7 %, альбумин – 0,5 %, глобулин – 0,1 %.

Белки синтезируются из простейших соединений – аминокислот. В молоке более 20 аминокислот. Главное отличие молочного белка от белков другого происхождения состоит в том, что в нем содержатся все аминокислоты, без которых организм человека и животного не может нормально развиваться. К ним относятся лизин, триптофан, метионин, аргинин, лейцин и др.

Казеин – высокопитательный белок, хотя переваривается он несколько труднее, чем альбумин и глобулин. После получения из молока казеина альбумин и глобулин остаются в сыворотке – они называются сывороточными.

Альбумин отличается от казеина тем, что вместо фосфора содержит серу. В молозиве его может содержаться до 12 %. Применяется при изготовлении кремов, пасты, зеленого сыра и др. продуктов.

Глобулина в молозиве может содержаться до 15 %. Он имеет большое значение для новорожденных телят, поскольку является носителем иммунных тел.

Лактоза – в среднем ее содержится 4,6 – 4,8 %. Образуется сахар в железистых тканях вымени из глюкозы. Лактоза содержится только в молоке. Это белый кристаллический порошок, менее сладкий, чем свекловичный сахар.

Молочный сахар является легкоусвояемым продуктом и поэтому имеет важное значение при кормлении молодняка животных. Велика роль молочного сахара при производстве кисломолочных продуктов и сыров. С другой стороны он может явиться причиной скисания молока, поскольку под действием ферментов микроорганизмов он сбраживается.

В молочном деле имеют практическое значение следующие виды брожения: молочнокислое с образованием молочной кислоты; пропионовокислое с образованием пропионовой и уксусной кислот; спиртовое с образованием спирта и углекислоты; маслянокислое с образованием масляной кислоты и углекислоты.

Молочнокислое брожение вызывается молочнокислыми бактериями. Суть его в том, что под действием молочнокислых бактерий образуется пировиноградная кислота. Оно протекает как в аэробных, так и в анаэробных условиях.

Пропионовокислое брожение – происходит в сырах при их созревании, в результате чего образуются глазки.

Спиртовое брожение вызывается дрожжами. Лактозу сбраживают молочные дрожжи до спирта и углекислоты (в кумысе содержится около 3 % спирта).

Маслянокислое брожение вызывается маслянокислыми бактериями и является нежелательным при производстве продуктов из молока. Например, сыры при наличии такого брожения вспучиваются, ухудшается их вкус.

Минеральные вещества – в молоке небольшое количество солей 0,7 – 0,8 %, но они играют важную роль как для животного организма, так и для технологии молочных продуктов. В состав молока входят соли неорганических и органических кислот в виде молекулярных и коллоидных растворов. Молоко содержит все необходимые для роста и развития новорожденного организма вещества.

Из всех минеральных веществ на долю кальция и фосфора приходится более половины. Это очень важно в первые периоды жизни молодняка и формирования и развитии костяка. В молоке обнаружены алюминий, хром, свинец, мышьяк, олово, титан, серебро, медь, кобальт, марганец и др.

Количество минеральных веществ в молоке изменяется незначительно (кроме молозива). При недостатке их в рационах они поступают в молоко из запасов организма и тогда животные «сдаиваются» по минеральным веществам, что приводит к раннему выбытию высокопродуктивных коров.

Витамины – содержатся в молоке как жирорастворимые (А, Д, Е), так и водорастворимые (гр. В, РР, С).

Ферменты, газы, иммунные тела, гормоны.

3. СВОЙСТВА КОРОВЬЕГО МОЛОКА

Свойства коровьего молока подразделяются на *химические, физические, бактерицидные, органолептические и технологические.*

Основными химическими свойствами молока являются его общая и активная кислотность, буферная емкость.

Активная кислотность молока характеризуется концентрацией водородных ионов и выражается величиной рН. Эта величина колеблется в пределах 6,3 – 6,9, что свидетельствует о слабокислой его реакции.

Показатель рН имеет большое значение, так как от него зависят стабильность полидисперсной системы молока, условия роста микрофлоры и ее влияние на процессы созревания сыра, образование вкуса и запаха молочных продуктов. По величине рН оценивается качество сырого молока и молочных продуктов.

Молочные продукты удовлетворительного качества характеризуются следующим показателем рН: цельное питьевое молоко 6,6 – 6,8; сгущенное молоко – 6,1 – 6,4; йогурт – 4 – 4,3; пахта сладкосливочная – 6,4 – 6,6; кислосливочная – 4,6 – 4,9; сыворотка творожная – 4,3 – 4,6, подсырная – 6,3 – 6,5; сыр зрелый – 5,7.

Общая или титруемая кислотность молока обусловлена содержанием в нем белков, кислых солей и газов. Общую кислотность определяют методом титрования щелочью в присутствии фенолфталеина и выражают в градусах Тернера. Под градусами Тернера подразумевают количество миллилитров 0,1 н раствора щелочи, необходимое для нейтрализации 100 мл молока.

Свежевыдоенное сборное коровье молоко имеет от 16 до 18 °Т кислотности. Она обусловлена наличием в молоке лимонной кислоты, ее солей и однозамещенных фосфорнокислых солей – 10 – 11 °Т, кислотным характером казеина – 4 – 5 °Т и углекислым газом – 1 – 2 °Т.

От скармливания коровам повышенного количества фосфорных подкормок, карбамида (мочевины) кислотность молока повышается на несколько градусов.

По мере хранения молока особенно в неохлажденном состоянии в нем развиваются микроорганизмы, сбраживающие молочный сахар, что повышает кислотность благодаря накоплению молочной кислоты. При пастбище коров на низинных пастбищах с кислыми травами и недостатке в рационе кальция кислотность молока повышается.

По данному показателю определяется свежесть молока при его реализации.

Буферная емкость определяется количеством миллилитров щелочи или кислоты, которое нужно добавить к молоку, чтобы изменить величину рН на 1.

Этот показатель важен для молочной промышленности. В молоке, и особенно в сыре, только в результате высокой буферной емкости возможно развитие микрофлоры, несмотря на высокую титруемую кислотность.

К *физическим свойствам* молока относятся: плотность, вязкость, поверхностное натяжение, температура замерзания и кипения, электропроводность и др.

Плотность молока определяется по отношению его массы при температуре 20 °С к массе такого же объема воды при температуре 4 °С.

Плотность нормального коровьего молока составляет 1,027 – 1,032 г/см³. Она складывается из плотностей составных частей: воды 0,9998, молочного жира – 0,922, лактозы – 1,610, белков – 1,391 и солей – 2,858 г/см³.

Плотность только что выдоенного молока ниже, чем охлажденного или постоявшего 2 – 3 часа.

Плотность молока определяют с помощью ареометра (лактоденсиметра) и выражают либо в граммах на сантиметр кубический, либо в градусах ареометра.

Молозиво имеет плотность 1,038 – 1,050 г/см³, обезжиренное молоко – 1,036 – 1,038, сливки 40 %-ные – 1,002, 30 %-ные – 1,013.

По плотности можно судить о натуральности молока. Так, при добавлении к нему воды этот показатель снижается, а при снятии сливок – повышается.

Этот показатель учитывается при определении сортности молока при его реализации.

Вязкость – свойство жидкостей оказывать сопротивление при смещении слоев. Выражается вязкость в сантипуазах (сП). Колеблется этот показатель в пределах от 1,1 до 2,5 сП при 20 °С. Она имеет большое значение в технологии молока и молочных продуктов, препятствуя отстою жира. Вязкое молоко дает лучший сгусток при приготовлении молочнокислых продуктов и т.д.

Поверхностное натяжение молока составляет в среднем 49 дин/см, что значительно ниже воды.

Точка замерзания молока, т.е. температура, при которой оно превращается в твердое состояние, составляет минус 0,54 °С.

Точка кипения – 100,2 – 100,5 °С.

Электропроводность – это способность молока проводить электрический ток. Она составляет в среднем 44×10^{-4} Ом. По этому показателю можно судить о физиологическом состоянии животного.

Удельная теплоемкость – это количество тепла, выраженное в кДж, необходимое для нагревания 1 кг молока на 1 °С. Составляет 3,81 – 3,88 кДж/кг.

Бактерицидные свойства – молока объясняются наличием в нем бактерицидных веществ, к которым относятся иммунные тела, лакгенин, лизоцим и др. Бактерицидные вещества разрушаются при температуре 65 – 70 °С. Сохраняются они в течение определенного времени, тормозя и подавляя развитие молочнокислых бактерий и другой микрофлоры. Сохранение этих свойств зависит от следующих факторов: времени с момента выдаивания молока до его охлаждения, чем оно короче, тем дольше сохраняются бактерицидные свойства; температуры охлаждения молока – чем ниже – тем лучше.

Период, в течение которого в молоке после доения не размножаются бактерии, получил название *бактерицидная фаза молока*. При температуре хранения молока 37, 30, 25, 10, 5 и 0 °С продолжительность бактерицидной фазы составляет соответственно не более 2, 3, 6, 24, 36 и 48 часов.

Органолептические свойства – это свойства, которые определяются с помощью органов чувств. К ним относятся цвет, запах, вкус, консистенция молока. Нормальное коровье молоко должно иметь белый или слегка желтоватый цвет, специфический, без посторонних примесей, запах, сладковатый вкус и однородную консистенцию.

Технологические свойства – в зависимости от направления переработки молоко должно обладать соответствующими технологическими свойствами. К ним относятся: термоустойчивость и сычужная свертываемость молока.

Термоустойчивость определяет пригодность молока к высокотемпературной обработке. Это свойство учитывается при производстве продуктов детского питания, стерилизованного молока и консервов.

Сычужная свертываемость относится к факторам, определяющим пригодность молока для производства сыра. Скорость свертывания белков и образование сгустка зависят от содержания казеина в молоке: чем его больше, тем скорее пройдет коагуляция белков и сгусток будет плотнее.