

ников, О. Б. Забродина, Л.П. Кормановский: Под ред. Л.П. Кормановского. – Зерноград, 2001. – 354 с.

4. Машлякевич, А.А. Регулятор вакуума под соском для адаптивной САУ доением коров / А.А. Машлякевич // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 60-летию Белорусского государственного аграрного технического университета и памяти первого ректора БИМСХ (БГАТУ), доктора технических наук, профессора В.П. Сулова (Минск, 4-6 июня 2014 г.). В 2 ч. Ч.2/ под общей ред. И.Н. Шило, Н.А. Лабушева. – Минск : БГАТУ, 2014. – С. 112–116.

5. Машлякевич А.А. Регулятор глубины вакуума в подсосковом пространстве доильного стакана с электромагнитным приводом / Машлякевич А.А. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/101.pdf>.

**УДК 619:618.19-002:636.2-08**

**А.Б. Грищенко, аспирант**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь*

## **ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ МАСТИТОВ**

### **Введение**

Диагностика клинических маститов основана на появлении аномального молока. У такого молока изменяется запах, цвет, консистенция, отмечается наличие хлопьев, сгустков или примесей крови.

Диагностика субклинических инфекций более проблематична, т.к. молоко продолжает нормально вырабатываться, но имеет повышенное содержание соматических клеток. Диагностирование субклинического мастита может быть осуществлено разными спо-

собами, включая прямое измерение уровня содержания соматических клеток (ССК) или косвенное подтверждение диагноза с помощью проведения Калифорнийского мастит-теста (California Mastitis Test – СМТ). Молочная культура, собранная из подозреваемых на мастит четвертей вымени, позволяет обнаружить наличие патогенных микроорганизмов мастита, но не дает информации о степени инфицированности. Исследование ССК отдельных четвертей вымени коров дает подтверждение уровня инфицированности в стаде. Определение величины содержания соматических клеток в молочном танке (bulk tank somatic cell counts – BTSCC) обычно выполняется для проверки качества молока, но данный тест может быть также использован для выявления состояния здоровья вымени, когда данные теста отслеживаются в течение продолжительного времени.

Результаты исследований.

Рассмотрим применяемые диагностические методы для обнаружения заболеваемости животных маститом. Эти методы подразделяются на две группы: лабораторные методы и методы, непосредственно применяемые на фермах.

Методы, непосредственно применяемые на фермах:

А) Калифорнийский мастит-тест (СМТ).

Калифорнийский мастит-тест – простой, недорогой и быстрый скрининг тест на мастит. Он основан на выявлении наличия соматических клеток в образце молока. Т.к. инфицированные клетки, связанные с маститом, будут доминирующим типом клеток, присутствующим в молоке, СМТ достаточно точно отражает уровень ССК и является надежным индикатором степени тяжести заболевания. Тест подходит для оценки здоровья вымени, а процедуре теста очень легко обучить работников молочных ферм. При должной подготовке данный тест обладает высокой степенью воспроизводимости. Тем не менее, производители молока должны знать об ограничениях СМТ и уметь принимать правильные управленческие решения на основе результатов СМТ.

Данный тест также может быть использован для оценки смешанных образцов молока и молока в молочных цистернах. Критерии теста для смешанного молока менее жесткие, чем для молока из четвертей вымени из-за эффекта смешивания молока больших

коров с молоком здоровых. Точность оценки качества молока в молочных танках данным тестом уменьшается с увеличением размера стада.

Таблица 1 – Соотношение между оценкой качества молока калифорнийским мастит-тестом и числом соматических клеток

Оценка теста СМТ	Диапазон содержания соматических клеток, клеток/мл	
N	0	200 000
T	200 000	400 000
1	400 000	1 200 000
2	1 200 000	5 000 000
3	> 5 000 000	

СМТ имеет ряд практических применений. В кризисных ситуациях, когда есть риск потери качества продукта, тест может быть использован для отслеживания больных животных, чтобы исключить смешивание молока больных животных с молоком здоровых особей, и для отслеживания возникновения новых очагов мастита. Во многих стадах этот тест используется для обследования первотелок и коров в сухостойном периоде. Данная информация полезна при выборе коров для проведения дальнейшей оценки, выборе коров на выбраковку, определения лечения сухостойных коров.

Не рекомендуется опираться только на результаты СМТ для начала незамедлительного лечения, кроме случаев, когда известен специфический патоген или лечение осуществляется в соответствии с протоколом лечения, рекомендованным ветеринаром. Ряд исследований показали, что экстренная терапия без знания типа патогена, является дорогостоящей процедурой. Это происходит из-за стойкости таких инфекций как *Staphylococcus aureus*, микоплазмы и других инфекций, связанных с окружающей средой, которые плохо поддаются лечению во время лактации коров.

СМТ может быть использован для контроля уровня здоровья вымени на протяжении длительного времени. При регулярном и постоянном выполнении теста можно анализировать информацию для определения здоровья вымени отдельных коров и тенденции развития мастита в стаде.

Б) Измерение электропроводимости молока.

Молоко коров с маститом имеет более высокую электрическую проводимость, чем молоко здоровых коров. Это происходит из-за повреждения тканей и последующего повышения содержания ионов натрия и хлорида в молоке. В настоящее время сенсоры электропроводимости встроены в большое количество автоматических систем доения. Изменение в электропроводимости молока – один из ранних признаков появления инфекции, позволяющий провести раннюю диагностику мастита и причин его возникновения. Одна из важнейших проблем, связанных с данной технологией, – чувствительность и специфичность электропроводимости между различными стадами.

Недавние достижения в определении специфичности пороговых уровней электропроводимости стада повысили ценность этого скрининг метода. Выявление повышения электропроводимости молока у определенного животного дает основания для проведения дальнейшего его обследования (измерение температуры, осмотр вымени и др.), но не является сигналом к незамедлительному началу лечения. Ручные приборы для измерения электропроводимости также подходят для исследования и могут применяться на постоянной основе в процессе доения животных.

#### В) Инфракрасная диагностика мастита

Данный метод диагностики основан на использовании разности инфракрасного излучения тела животного в здоровом и больном состоянии, которая может быть отслежена при помощи тепловизора.

В ходе тепловизионного обследования были исследованы 3 группы коров: коровы, болеющие маститом, здоровые и переболевшие. С помощью тепловизора были получены инфракрасные изображения животных. Визуально по этим данным можно определить, что у коровы, болеющей маститом, некоторые соски на вымени имеют более темную окраску, чем другие. У здоровых и уже переболевших маститом животных соски яркие и имеют нормальную ровную температуру. Исследования показывают, что средняя температура тела болеющей маститом коровы на 24,6 % выше, чем средняя температура тела здоровой коровы.

Лабораторные методы диагностики мастита:

А) Измерение уровня содержания соматических клеток в смешанном молоке в молочных цистернах (BTSCC)

Измерение соматических клеток в смешанном молоке в молочных цистернах (bulk tank somatic cell counts – BTSCC) используется производителями молочных продуктов на постоянной основе для определения качества молока. Результаты данного теста могут также быть использованы для изучения уровня здоровья вымени.

В общем случае, значение BTSCC менее чем 200 000 клеток/мл свидетельствует о минимальном уровне инфицирования, тогда как серия тестов со значением BTSCC более 500 000 клеток/мл указывает на наличие субклинической или хронической форм мастита. Т.к. значение BTSCC является показателем инфицированности четвертей вымени и уровня тяжести инфекции, попытки определить распространенность инфекции на основе только одного значения BTSCC обычно безуспешны. Например, для маленьких стад высокое значение BTSCC может быть как результатом высокого содержания соматических клеток в молоке небольшого числа коров, так и результатом высокого содержания соматических клеток в молоке многих коров.

Интерпретируя результаты BTSCC, следует помнить, что молоко собрано от большого количества коров и на него влияют множества факторов. Один из таких факторов – распространенность инфекции в стаде. Преобладающие патогены также оказывают влияние на результаты BTSCC. Strep ag инфекции обычно производят большее количество инфицированных клеток, чем Staph aureus. Мелкие патогены, такие как coagulase-negative Staphylococcus и Corynebacterium bovis, имеют намного меньшее влияние на ССК. Количество соматических клеток также зависит от возраста особи.

Летние месяцы часто характеризуются повышением уровня ССК. Сезонное увеличение связано с воздействием жары и повышением уровня инфекций от природных патогенов. Также это может носить и физиологический характер. Данный феномен до конца еще не изучен.

Частой жалобой фермеров при проведении тестов является то, что подсчет ежедневного уровня содержания соматических клеток не совпадает со значениями BTSCC. Для этого есть несколько причин:

- неравномерное распределение соматических клеток в цистерне с молоком (недостаточное перемешивание перед забором образцов позволяет соматическим клеткам остаться в жирном слое);
- уровень содержания соматических клеток у отдельно взятых коров меняется от доения к доению и день ото дня;
- суточные колебания числа соматических клеток;
- ошибки при проведении лабораторных исследований;
- ошибки при взвешивании молока;
- наличие коров, которые доились, но не были учтены при проведении исследования;

Коэффициент вариативности результатов ВТССС составляет 23-24%.

Б) Измерение уровня содержания соматических клеток у отдельных коров

Наиболее важный фактор, влияющий на уровень ССК в молоке, взятого из отдельной четверти вымени животного – инфекционный статус четверти вымени. Различные авторы сообщают, что средний уровень ССК неинфицированных четвертей составляет 170 000 – 214 000 клеток/мл или среднее геометрическое значение 106 000 клеток/мл. Число соматических клеток инфицированных коров будет зависеть от присутствия конкретного патогена. Небольшие патогены, такие как *S. bovis* и *coagulase-negative Staphylococcus*, дают средний результат в 227 000 клеток/мл при учете коров всех возрастов. Животные, инфицированные крупными патогенами (*Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Environmental Streptococci*), имеют ССК выше 600 000 клеток/мл.

Число соматических клеток отдельных коров является результатом измерения ССК молока во всех четвертях вымени и уровня продуктивности отдельных четвертей. Количество инфицированных четвертей, так же как и общее количество произведенного молока, являются основополагающими факторами для определения инфицированности отдельно взятой коровы с помощью измерения ССК. Эффект разбавления нормального молока может скрыть наличие инфекции. Канадские исследователи выяснили, что возможность корректно определить, является ли корова инфицированной, с помощью измерения ССК увеличивается с 77.9% до 92.7% с ростом числа инфицированных долей вымени от 1 до 4.

ССК отдельных коров может принимать широкий диапазон значений. Для определения инфицированности коровы с помощью этого показателя необходимо выбрать подходящий пороговый уровень. Для каждого стада такой пороговый уровень будет индивидуальным. Несмотря на выбранный уровень, некоторые инфицированные и неинфицированные животные будут определены неверно. Шансы обнаружения крупных патогенов увеличиваются, когда значение ССК отдельных четвертей вымени выше 200 000 клеток/мл. Составное значение ССК всех четвертей вымени показывает, что пороговый уровень, равный 250 000 клеток/мл, является оптимальным для отделения инфицированных коров от здоровых. Пороговый уровень 228 000 клеток/мл позволяет правильно определить инфицированность более 85% коров.

В) Линейная оценка содержания соматических клеток.

Показатели ССК часто выражаются логарифмической линейной оценкой значений исходного ССК. Логарифмические линейные оценки предоставляют более точные результаты измерения потери молока в связи с повышением ССК, как показано в таблице 2. Повышение линейной оценки на 1 пункт равно потере 0,68 кг молока от коровы в день или 180 кг за лактацию. Исходные значения ССК могут быть обманчивыми по отношению к потерям молока, если связывать их с уровнем ССК, т.к. потери молока намного выше при низких значениях уровня ССК.

Таблица 2 – Взаимосвязь линейной оценки содержания соматических клеток, числа соматических клеток и ожидаемых ежедневных потерь молока

Линейная оценка	Диапазон числа сомат. клеток, клеток/мл		Ожидаемые ежедневные потери молока, кг
0	0	18 999	0
1	19 000	35 999	0
2	36 000	71 999	0
3	72 000	141 999	0,68
4	142 000	283 999	1,36
5	284 000	565 999	2,04
6	566 000	1 130 999	2,72
7	1 131 000	2 262 999	3,40
8	2 263 000	4 523 999	4,08
9	4 524 000	> 9 999 999	4,76

Ежемесячная вариативность линейной оценки отдельно взятых коров является слишком маленькой, что делает определение линейной оценки ССК более часто встречающимся методом, по сравнению с измерением исходного значения ССК. Средний показатель линейной оценки дает более точную картину лактации, чем средний показатель исходного ССК. По этим причинам линейная оценка чаще используется для анализа и графического представления данных о содержании соматических клеток в молоке.

Г) Бактериологическое исследование проб молока

Бактериологическое исследование проб молока из молочных танков, отдельных четвертей вымени коров, групп коров, дает дополнительные возможности для оценки здоровья вымени, особенно если эта информация используется вкуче с ССК или клиническими данными по маститу. Данная информация не только предоставляет общую картину со здоровьем вымени в определенный момент времени, но также снабжает производителей эффективными средствами определения направлений лечения инфекции, факторов риска стада, и помогает отслеживать производительность стада. Бактериологическое исследование проб молока должно быть постоянной составляющей программ профилактики мастита.

Бактериологическое исследование проб молока в молочных танках – это простой и дешевый способ определения наличия возбудителя мастита в стаде. Данный метод имеет свои ограничения и больше всего подходит для определения инфекционных возбудителей мастита и для отслеживания их возникновения на протяжении длительного промежутка времени. Наличие патогена или присутствие небольшого количества определенного патогена не отражает распространенность инфекции во всем стаде. Результаты исследований молока из молочных танков отражают не только наличие патогенов мастита в стаде, но и определяют микроорганизмы, которые попали в молоко в процессе доения с вымени коровы или с доильных аппаратов. По этой причине данный тест также можно использовать для оценки качества молока, методов и процедур доения и общего уровня гигиены и хранения молока на ферме.

Количество возбудителей мастита, присутствующих в молоке, будет зависеть от ряда факторов, включающих в себя наличие специфических возбудителей, распространенность инфекции в стаде и



количества других микроорганизмов, которые не выявлены на данный момент у инфицированных животных. Эти факторы определяют чувствительность теста или возможность корректно определить наличие инфекции в стаде в определенный момент времени по специфичным возбудителям. Чувствительность теста варьируется в зависимости от типа возбудителя. Размер группы животных или стада также может влиять на результат из-за эффекта растворения молока большого количества коров. Для стад с низким уровнем распространения инфекции, вызванной наличием специфических возбудителей (например, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* и *Mycoplasma spp.*), данный метод не всегда показывает присутствие этих возбудителей. Метод является обязательным к применению при мониторинге эффективности программ по устранению существующих возбудителей мастита или при проверке стад или групп животных перед внедрением таких программ. Интервалы забора образцов должны основываться на динамике численности стада. Для мониторинга открытых стад тест следует проводить раз в один-два месяца.

Бактериологическое исследование проб молока отдельных коров – еще один метод диагностики мастита. На специфичность теста влияет возможность получения ложноположительного результата из-за попадания в пробу молока микроорганизмов из канала соска, поверхности вымени или окружающей среды. Специфичность и чувствительность теста составляет около 70%. При отборе нескольких проб молока у одного животного чувствительность остается приблизительно той же, но специфичность повышается до 80–90%. Данные результаты зависят от вида возбудителей.

Результаты бактериологического исследования молока отдельных коров становятся намного более значимыми при их рассмотрении вместе с результатами ССК.

Использование показателей ССК для определения коров, у которых будут взяты пробы молока для бактериологического исследования (животные с высоким риском наличия инфекции), обеспечивает относительно хорошие прогностические значения результатов бактериологического исследования проб молока. Использование одновременно двух методов для оценки животных (измерение ССК и бактериологическое исследование молока) повышает чувстви-

тельность, но немного снижает специфичность комбинированного метода. Прогностическое значение теста определяется как доля инфицированных животных среди тех, которые дали позитивный результат теста. Это важно, т.к. отражает способ использования и интерпретации результатов теста. Прогностическое значение любого теста – это функция специфичности теста, его чувствительности и распространения заболевания в стаде. Прогностическое значение теста уменьшается с уменьшением распространения заболевания в стаде. При использовании комбинированного теста (бактериологическое исследование и измерение ССК) специфичность результатов бактериологического исследования молока улучшается при повышении порогового уровня ССК. В большинстве исследований при использовании значения линейной оценки содержания соматических клеток, равной 4.0 (ССК = 200 000 клеток/мл), чувствительность и специфичность теста составляет приблизительно 70 - 80 %.

### **Заключение**

1. В статье рассмотрены основные методы диагностики мастита, применяемые в зарубежных странах. Методы диагностики подразделяются на два вида: лабораторные методы и методы прямых измерений, которые могут быть применены непосредственно на фермах.

2. Каждый из рассмотренных методов имеет свои достоинства и недостатки. Для повышения точности диагностирования маститов рекомендуется последовательно применять несколько методов. В частности, измерение содержания соматических клеток в молоке позволяет выделить животных с высоким уровнем их содержания. В дальнейшем может быть проведено бактериологическое исследование проб молока этих животных с целью выявления мастита.

### **Список использованной литературы**

1. Diagnosis of Mastitis and Diagnostic Methods for Investigating Udder Health Problems / New York State Cattle Health Assurance Program. – Mode of access: [https://ahdc.vet.cornell.edu/Sects/NYSCHAP/docs/Diagnostic methods.pdf](https://ahdc.vet.cornell.edu/Sects/NYSCHAP/docs/Diagnostic%20methods.pdf). – Date of access: 16.03.2015.