

Автоматический мониторинг случаев мастита КРС

В ряде зарубежных и отечественных работ рассматривается задача своевременной идентификации случаев возникновения скрытого мастита у животного [1-3]. Данная задача на многих предприятиях является ключевой, так как точное определение диагноза требует непосредственного ветеринарного осмотра и химического анализа молока, по возможности из разных частей вымени животного. Подобный анализ занимает большое количество времени и требует дорогостоящую аппаратную базу или даже оборудованную лабораторию внутри предприятия. В условиях рискованного земледелия, в умеренных широтах, с жесткими погодными условиями и небольшой продолжительностью светового дня добиться высоких надоев, позволяющих предприятию зарабатывать достаточно для оборудования собственной лабораторной станции, крайне затруднительно. Поэтому в работах [1-3] предлагается проводить предварительный анализ стандартного набора данных, поступающих с датчика предприятия. Здесь речь идет о резком росте электропроводности молока.

Исследования на реальном предприятии, проведенные на 300-ах заболевших маститом животных показали, что резкое увеличение электропроводности во многих случаях сопровождается незначительным понижением уровня надоя. Таким образом, на основе данного результата исследования был спроектирован и реализован алгоритм поиска случаев потенциально возможного мастита.

В рамках решения задачи выявления случаев потенциально возможного мастита животного на графиках молокоотдачи и электропроводности выделяются стабильные участки, а также периоды с резкими нехарактерными перепадами значений, которые сигнализируют о некотором изменении состояния животного. Всплески этого периода должны идентифицироваться алгоритмом.

На стабильном участке графика электропроводности и молокоотдачи можно разложить на разложить на две составляющие: тренд и отклонение от тренда.

Тренд молокоотдачи – это усредненный ряд значений надоев всех здоровых животных предприятия за лактацию. Тренд электропроводности – это усредненный ряд значений электропроводности всех здоровых животных предприятия за лактацию. Пусть t – среднее количество дней в лактации (примерно 305 дней), n – количество животных предприятия. Примем за $\mu_i(t)$ – значение каждого дня наблюдения показателя молокоотдачи, а за $\eta_i(t)$ – значение каждого дня наблюдения показателя электропроводности.

Опишем алгоритм выявления случаев потенциально возможного мастита животных:

1. Расчет значения функции тренда (эталонной кривой лактации) $T(t)$ по формуле 1.

$$T(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_i(t), \quad \text{где } i = 0, 1 \dots n \quad (1)$$

Расчет значений разности исходных производственных данных и усредненной кривой молокоотдачи для каждого животного отдельно (формула 2).

$$R_i(t) = \mu_i(t) - T(t), \quad \text{где } i = 0, 1 \dots n \quad (2)$$

Расчет значения среднего-квадратического отклонения (СКО) данных молокоотдачи всего стада по формуле 3.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_i(t))^2}, \quad \text{где } i = 0, 1 \dots n \quad (3)$$

По формуле 4 рассчитывается значение центрированной функции $R(t)$ относительно значений СКО. Значение нормированной функции инвертируется путем умножения на -1, в случае, если это данные молокоотдачи. Полученный график нормированного инвертированного параметра молокоотдачи показывает, что падения значений удоев теперь демонстрируются в виде положительных скачков графика относительно оси OX . Если $\mu_i(t)$ – функция значений молокоотдачи, то на формуле 4 получаем нормированную функцию молокоотдачи $\hat{\mu}_i(t)$.

$$\hat{\mu}_i(t) = \frac{R_i(t)}{\sigma}, \quad \text{где } i = 0, 1 \dots n \quad (4)$$

Проведя аналогичную процедуру (первые 5 шагов) с данными об электропроводности, получим

Секция 4. Информационные технологии в образовании и производстве

нормированный производственный параметр электропроводности. Он не требует инверсии, так как положительные изменения в точках графика электропроводности молока демонстрируют отрицательную динамику изменения качества молока и, следовательно, ухудшение в состоянии здоровья животного.

Таким образом, за первые пять шагов были получены два нормированных параметра: молокоотдачи $\hat{\mu}_i(t)$ и электропроводности молока $\hat{\eta}_i(t)$ для каждого животного.

Продолжением алгоритма будет следующее:

2. По формуле 5 вычисляется мультипликативный признак, который отражает изменения состояния животного сразу по двум параметрам, объединяя их.

$$\Phi_i(t) = \hat{\mu}_i(t)\hat{\eta}_i(t), \quad \text{где } i = 0, 1 \dots n \quad (5)$$

3. Строится гистограмма статистического распределения значений фактора $\Phi_i(t)$. Далее оператором на месте задается значение допустимого интервала колебания комплексного признака. Рассчитывается порог P , больше которого значение комплексного признака быть не может.

4. Если $\Phi_i(t) > P$, имеется подозрение на возникновение мастита у животного.

При перемножении значений нормированных признаков молокоотдачи и электропроводности амплитуда негативного скачка усиливается и довольно сильные нехарактерные всплески значений выходят за допустимую границу P .

В исследовании обрабатывались данные, полученные более чем с 300 коров в течение приблизительно 305 дней с датчиков измерения двух параметров. Объективные количественные результаты экспериментальных исследований алгоритма применительно к данным о электропроводности и объемах надоя животных сведены в таблицу 1. Результаты работы алгоритма сопоставлены с выводами экспертов (зоотехников предприятия).

Таблица 1 - Сопоставление выявления отклонений алгоритмом по отношению к мнению эксперта

	Значения параметра, отнесенные экспертом к маститу	Значения параметра, отнесенные экспертом к нормальному состоянию животного
Значения параметра, отнесенные алгоритмом к потенциально возможному маститу	39	4
Значения параметра, отнесенные алгоритмом к нормальному состоянию животного	7	342

Литература

1. Hillerton, J. E., J. E. Semmens. Comparison of treatment of mastitis by oxytocin or antibiotics following detection according to changes in milk electrical conductivity prior to visible signs. // J. Dairy Sci. - 1999. P. 82-93.
2. Milner, P., K. L. Page, J. E. Hillerton. The effects of early antibiotic treatment following diagnosis of mastitis detected by a change in the electrical conductivity of milk. // J. Dairy Sci. - 1997 P. 850-859.
3. Waage, S., P. Jonsson, A. Franklin. Evaluation of a cow-side test for detection of Gramnegative bacteria in milk from cows with mastitis. // Acta Vet. Scand. – 1994. P. 200-207