

16 Leboeuf. B. Production and storage of goat semen for artificial insemination Production et conservation de la semence de bouc pour l'insémination artificielle / B. Leboeuf., B. Restall, S. Salamon // Productions Animales, 2003. №16 (2) - S. 91–99

17 Aybazov A.M. Fertility of ewe following intrauterine laparoscopic insemination with frozen-thawed semen / A.M. Aybazov, N.I. Malmakov, M.I. Selionova, T.V. Mamontova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.- 2019. - №341 (1). - 01263

18 Mamontova T.V Sexual Activity and Sperm Production of Charolais and Ile-De-France Rams in Different Seasons of the Year / T.V. Mamontova, M.I. Selionova, A.M. Aybazov // Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya.- 2021.- №56 (4), - S. 752-762

19 Aybazov A.M. Fertility of ewe following intrauterine laparoscopic insemination with frozen-thawed semen / A.M. Aybazov, N.I. Malmakov, M.I. Selionova, T.V. Mamontova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2019. - №341 (1). – 012163

20 Aksenova, P.V. The sperm fertilizing capacity of Russian fine-wool stud rams under the influence of Australian sheep genotype / P.V. Aksenova, A.M. Ermakov, S.N. Kartashov, T.V. Varduni // Advances in Environmental Biology.- 2014. - № 8(10).- S. 236-239

ТҮЙІН

Соңғы жылдары қой ұрығын криоконсервациялау мәселесін шешуде біршама прогресс бар. Сонымен бірге, төмен температурада қошқар ұрықтарының құрылысы мен қызметінің ерекшеліктерін ашып көрсету бойынша іргелі зерттеулерді одан әрі дамыту және сперматозоидты мұздатылған күйде ұзақ уақыт сақтаудың жоғары тиімді әдістерін әзірлеу қажет.

Жүргізілген зерттеулер аталық тұқымды сұйық азотта оның сапалық көрсеткіштерін төмендетпей ұзақ сақтау және оны ұрпақ алу үшін пайдалану мүмкіндігін көрсетеді.

Қой шаруашылығында тұқымда айтарлықтай генетикалық прогресті қамтамасыз ете алатын аталық қошқарларды пайдалану үлкен рөл атқарады. Аталық тұқымды мұздату әдісін тәжірибеге енгізудің маңызы ерекше.

Осы әдістің арқасында асыл тұқымды селекциялық жұмыстарға, жақсы аталықтардың генофондын сақтау мен ұтымды пайдалануға мүмкіндіктер ашылды.

Қой шаруашылығында мұздатылған ұрықты пайдалану экономикалық тұрғыдан негізделген, өйткені еңбек және қаржылық шығындар айтарлықтай азаяды. Асыл тұқымды қошқарларды олардың орналасуына және қашықтығына қарамастан пайдалануға болады, сперматозоидтарды ұзақ қашықтыққа тасымалдауға және қажет болған сәтте пайдалануға болады.

УДК 636.034:637.11:004

МРНТИ 68.85.85

DOI 10.56339/2305-9397-2022-4-3-50-62

Гируцкий И.И., доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизированные системы управления производством», **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0003-0169-4983>

Белорусский государственный аграрный технический университет (БГАТУ), г. Минск, проспект Независимости, 99, 220023, Республика Беларусь, gir_50@mail.ru

Ракевич Ю.А., магистр технических наук, <https://orcid.org/0000-0002-2256-6748>

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, проспект Независимости, 99, 220023, Республика Беларусь, rakevich.1991@mail.ru

Ербаев Е.Т., доктор PhD, и.о. доцента, руководитель высшей школы «Электротехника и автоматика», <https://orcid.org/0000-0002-3186-9994>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Республика Казахстан, erbol.erbaev@mail.ru

Куптлеуова К.Т., старший преподаватель, <https://orcid.org/0000-0001-9631-2831>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Республика Казахстан, kenzhe73-73@mail.ru

Лелеш Н.В. старший преподаватель, магистр, <https://orcid.org/0000-0002-0227-3251>
НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана»,
г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Республика Казахстан, lelesh-79@mail.ru
Утемисова Н.Е., старший преподаватель, магистр, <https://orcid.org/0000-0003-2921-6086>
НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана»,
г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, 090009, Республика Казахстан, nyrchi@mail.ru

Hirutski I.I., doctor of Technical Sciences, Professor of the Department «Automated Production Management Systems», **main author**, <https://orcid.org/0000-0003-0169-4983>
Belarusian State Agrarian Technical University (BSATU), Minsk, Independence Avenue, 99, 220023, Belarus, gir_50@mail.ru

Rakevich Y.A., master of technical sciences, <https://orcid.org/0000-0002-2256-6748>
Belarusian State Agrarian Technical University (BSATU), Minsk, Independence Avenue, 99, 220023, Belarus, rakevich.1991@mail.ru.

Yerbayev Ye.T., doctor PhD, acting associate professor, Head of the Higher School «Electrical Engineering and Automation», <https://orcid.org/0000-0002-3186-9994>
NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, erbol.erbaev@mail.ru

Kuptleuova K.T. senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0001-9631-2831>
NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, kenzhe73-73@mail.ru

Lelesh N.V., Master of electrical engineering, senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0002-0227-3251>,
NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, lelesh-79@mail.ru

Utemisova N.E., Master of technical sciences, senior lecturer <https://orcid.org/0000-0003-2921-6086>
NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, nyrchi@mail.ru

**МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И КОРОВ
ПО ТЕРМОГРАФИЧЕСКОМУ СНИМКУ ВЫМЕНИ
METHODS OF DIAGNOSTICS OF MILKING EQUIPMENT AND COWS
BY THERMOGRAPHIC IMAGE OF THE UDDER**

Аннотация

Идентификация состояния доильного оборудования и раннее выявление заболевания дойных коров в условиях беспривязного содержания коров на молочно-товарных фермах требуют разработки бесстрессовых методов, работающих в режиме реального времени. Перспективным направлением решения этой актуальной задачи является развитие опτικο-электронных методов и средств, в силу своей многофункциональности и бесконтактности, что является очень важным качеством для контроля состояния биологического объекта, каким является дойная корова. Причем состояние доильного оборудования, образующего вместе с дойной коровой биотехническую систему, важно определять по степени его воздействия на биологический объект – дойную корову. Получение и анализ термографических снимков вымени коровы позволяет осуществлять мониторинг теплового поля вымени коровы и выявлять воздействие доильного оборудования и степень заболевания коровы маститом. Проведенные экспериментальные исследования в условиях действующего производства свидетельствуют, о том, что показатели температуры сосков и вымени коров во время доения, до и после, на термографических снимках позволяют дать оценку влияния доильного аппарата на молочную железу, а соски вымени могут служить как индикаторы качества работы доильных аппаратов. С использованием в качестве образцового метода диагностики мастита дойных коров кенотеста получена статистика распределения максимальной температуры вымени коровы в зависимости от степени заболевания маститом.

ANNOTATION

Identification of the condition of milking equipment and early detection of the disease of dairy cows in conditions of loose keeping of cows on dairy farms require the development of stress-free methods working in real time. A promising direction for solving this urgent problem is the development of optoelectronic methods and tools, due to their versatility and contactlessness, which is a very important quality for monitoring the condition of a biological object, such as a cash cow. Moreover, it is important to determine the condition of the milking equipment, which forms a biotechnical system together with the dairy cow, according to the degree of its impact on the biological object – the dairy cow. Obtaining and analyzing thermographic images of the cow's udder allows monitoring the thermal field of the cow's udder and detecting the impact of milking equipment and the degree of the cow's disease with mastitis. Experimental studies conducted in the conditions of the current production indicate that the temperature indicators of the nipples and udders of cows during milking, before and after, on thermographic images allow us to assess the effect of the milking machine on the mammary gland, and the udder nipples can serve as indicators of the quality of milking machines. Using the cenotest as an exemplary method of diagnosing mastitis of dairy cows, statistics of the distribution of the maximum temperature of the cow's udder depending on the degree of mastitis disease were obtained.

Ключевые слова: диагностика, доильный аппарат, мастит, вымя, термографический снимок, тепловизор, молочно-товарная ферма.

Key words: diagnostics, milking machine, mastitis, udder, thermographic image, thermal imager, dairy farm.

Введение. Все большее число применений новых технологий для управления молочными стадами в условиях беспривязного содержания животных инициируют поиск новых технологий для диагностики состояния доильного оборудования и дойных коров. раннего выявления мастита. Доильный аппарат для доения оказывает существенное воздействие на состояния здоровья вымени и продуктивного долголетия коров.

При неправильном соблюдении технологий машинного доения, плохом техническом состоянии доильного аппарата и выбора некачественного доильного оборудования является основной причиной нарушения кровообращения в соске, развития воспалительных процессов вымени коров, что приводит к заболеванию мастита. Доильный стакан является основным механизмом доильного аппарата. Это связано с тем, что доильный стакан - единственная часть доильного аппарата, которая в процессе доения взаимодействует с организмом животного. Поэтому именно от этого взаимодействия зависит и здоровье, и продуктивность животного.

В настоящее время на молочно-товарных фермах используется большое многообразие доильных аппаратов, как импортного, так и отечественного производства, а их влияния на соски и вымя животного до сих пор не исследовано, без тщательного анализа дать предпочтение тому или иному доильному аппарату довольно трудно [1,2].

При выборе доильного оборудования необходимо учитывать биологические характеристики животных. В частности, при оценке доильной техники приходится учитывать в первую очередь интенсивность и полноту рефлекса молокоотдачи, и другие физиологические параметры. Один из наиболее перспективных методов физиологической оценки доильных аппаратов является тепловизионный. Данный метод позволяет определить физиологические показатели животного до и после доения, а также дать оценку изменения этих показателей. При помощи тепловизора у исследуемого животного дистанционно измеряют и фиксируют температурные поля, контрольных точек на вымени и сосках до и после доения, а оценку работы доильного аппарата осуществляют путем сравнения полученных цифровых данных. Причем измерения температуры проводят с точностью до 0,02°C.

Известно, что во время доения происходит повышение температуры вымени, связано с усилением кровоснабжения молочной железы при выведении молока. Скорость тока крови через молочную железу во время доения увеличивается до 2 и более раз, одновременно увеличивается кровяное давление в сонной и молочной артериях (на 0,5-4, кПа), изменяется плетизмограмма органа и увеличивается температура, как на поверхности молочной железы (от 0,3 до 2,4°C), так и внутри ее (на 3-9°C) - в молочных цистернах вымени. Эти реакции

осуществляются параллельно и имеют наибольшую величину в момент раздражения (перед доением в результате массажа вымени и возбуждения рефлекса молокоотдачи или во время доения) [3-5].

Отличительной особенностью нового метода оценки является то, что при проведении эксперимента нет необходимости создавать группы животных – аналогов, поскольку исследуется индивидуальная реакция на изменение внешних условий (технология машинного доения, способ доения, доильный аппарат и т.д.) каждого животного участвующего в эксперименте.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования проводилось в условиях действующей молочно-товарной фермы Республики Беларусь. Исследования проводились в два этапа. Было обследовано 580 коров черно-пестрой породы дойного стада. Для определения мастита в хозяйстве используют кенотест фирмы Inter Clean (контроль). На первом этапе предварительно ветеринарам животные подвергались комплексному клиническому обследованию, далее по кенотесту были определены 4 группы по 30 коров с разными уровнями заболевания.

В первой группе были здоровые животные с отрицательной пробой по кенотесту (-); во второй группе коровы с сомнительной пробой по кенотесту (+); третья группа включала животных с субклинической стадией мастита (++), а в четвертой с клинической выраженной стадией мастита (+++) [6-8].

На втором этапе проводились однократные измерения температуры вымени путем анализа термографического снимка каждой из 30 коров, принадлежащим к различным группам животных. Термографические снимки вымени коровы получали с помощью ручного тепловизора марки – DT 9875 (рис.1).

Тепловизор устанавливали на штативе на заданном расстоянии (0,6 метра), в процессе доения. Время сканирования – 3 сек. Измерения проводились с точностью до 0,02°C. Прибор позволяет создавать цифровые снимки – термограммы, что дает возможность их последующего анализа с использованием компьютера [9-12].

Тепловизор позволяет получать инфракрасные изображения, что дает возможность последующего анализа на ПК. К термографии подвергались коровы высокопродуктивные без патологии молочной железы, и с разными стадиями развития мастита.

Дистанционно измеряли и фиксировали 12 контрольных точек в области основания, середины и верхушки сосков, для каждой четверти вымени в отдельности до надевания доильных стаканов и после доения (рис. 2) [11-13].



Рисунок 1 – Доильный аппарат марки GEA Westfalia Classic 300 с тепловизором марки DT – 9875

Результаты и их обсуждение. Анализируя полученные термографические снимки коров с помощью программного обеспечения тепловизора, были обработаны и получены показатели температур, в результате построен график показателей температур до надевания доильных стаканов и после доения (рис.3).

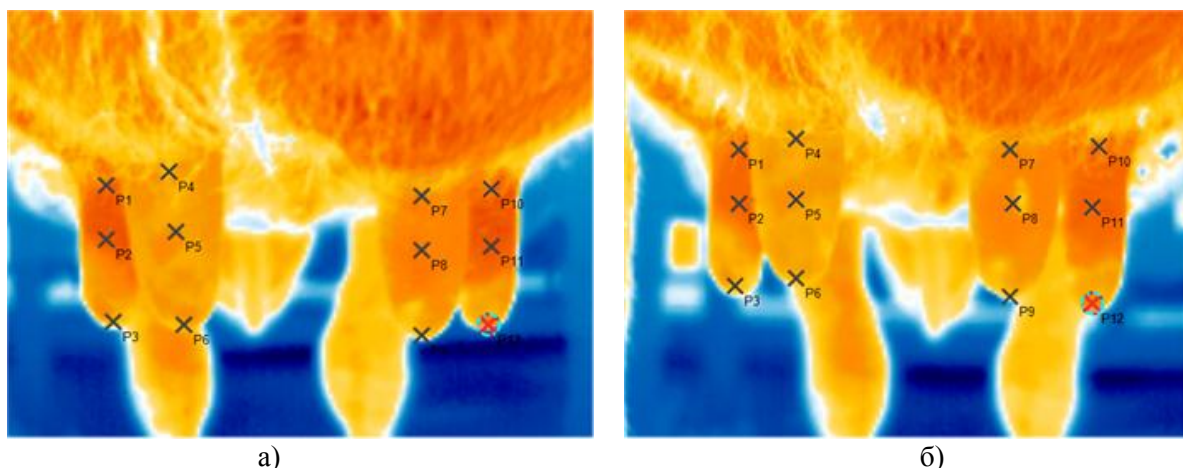


Рисунок 2 – Термографические снимки вымени сосков:
а) до надевания доильных стаканов; б) после доения

На графике видно, что увеличение температуры наблюдалось в области основания и на верхушке сосков. Увеличение температуры поверхности сосков после доения обусловлено механическим воздействием доильного аппарата, что приводит к изменению кровообращения. Чем более щадящий доильный аппарат и лучшее соблюдение технологии машинного доения, тем меньше происходит нарушение кровообращения в соске, что проявляется уменьшением температуры в конце доения.

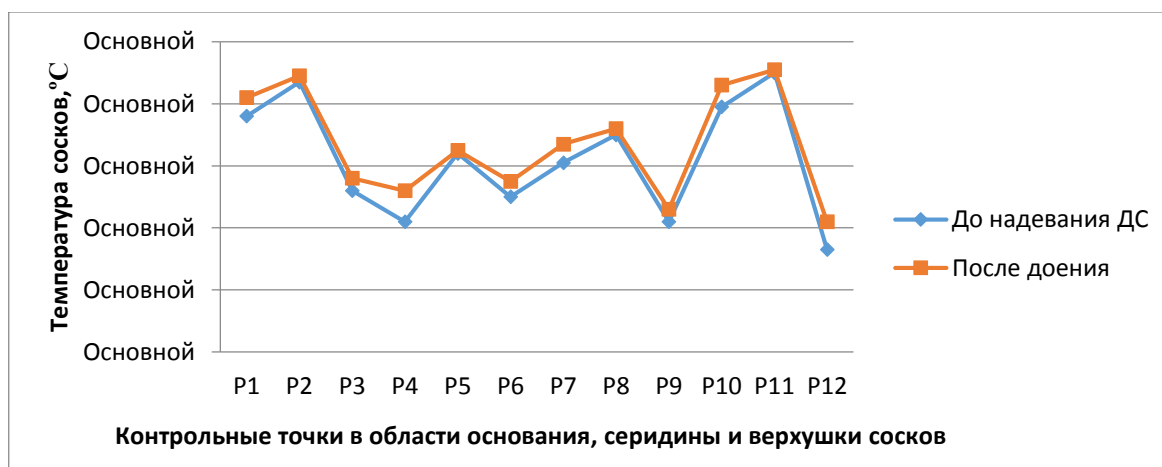


Рисунок 3 – График показателей температур до надевания доильных стаканов и после доения в 12 контрольных точек в области основания – P1,P4,P7,P10; середины – P2,P5,P8,P11; верхушки сосков – P3,P6,P9,P12

Очевидно, что на температуру вымени будет влиять воздействие доильного аппарата в процессе доения. Поэтому были проведены экспериментальные исследования изменения средней максимальной температуры вымени коров, без патологий и на разных стадиях мастита с помощью тепловизионной камерой видеонаблюдения (рис.4) [14-17].

Таким образом, за счет механического воздействия доильного аппарата температура четверти вымени коров во время доения существенно увеличивается. При снятии доильных стаканов на вымени без патологии наблюдалось уменьшение температуры, это связано с уменьшением объема остаточного молока, вследствие его опорожнения, и изменения кровообращения в органе. При снятии доильных стаканов на вымени коров на разных стадиях мастита наблюдалось увеличение температуры, что свидетельствует не полному опорожнению, вследствие реакций воспалительного процесса, повышенной функциональной нагрузкой на вымя и механическим воздействием доильного аппарата.

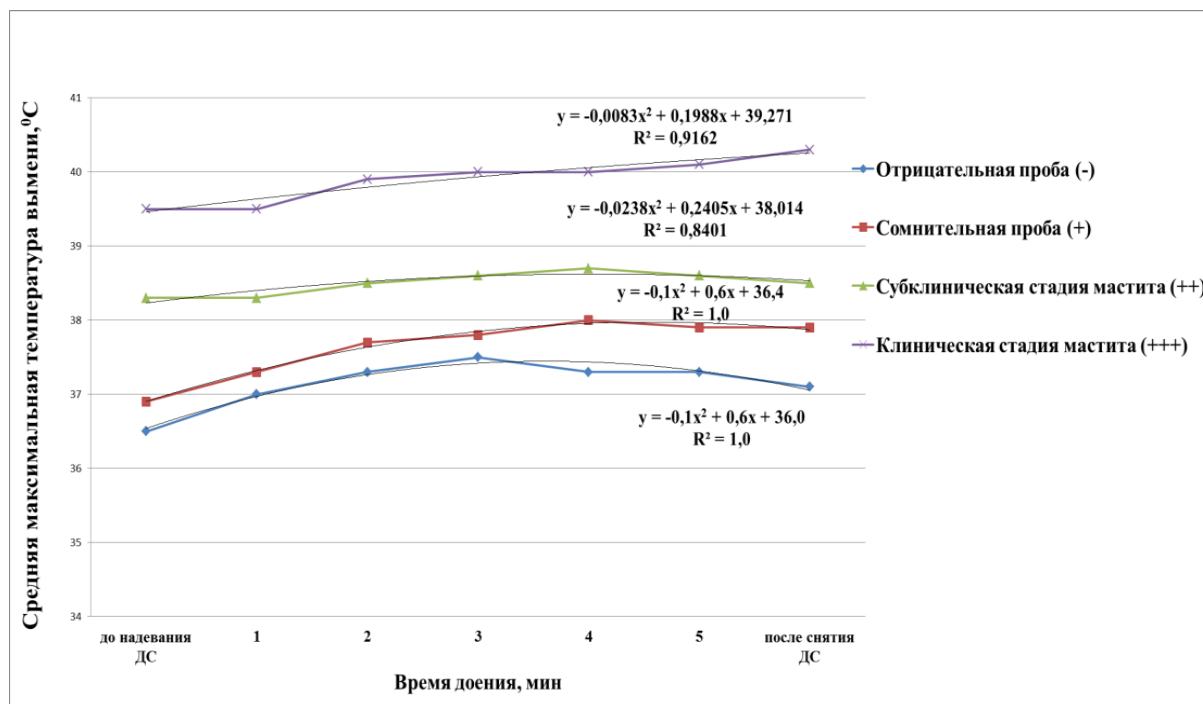


Рисунок 4 – Динамика изменения средней максимальной температуры вымени до надевания доильных стаканов и после снятия через каждую минуту во время доения.

Полученные результаты свидетельствуют, о том, что показатели температуры сосков и вымени коров во время доения, до и после, на термографических снимках позволяют дать оценку влияния доильного аппарата на молочную железу, а соски вымени могут служить как индикаторы качества работы доильных аппаратов.

В информационном обеспечении молочного скотоводства актуальной задачей является определение субклинического мастита коров в реальном масштабе времени. Диагностирование субклинического мастита может быть осуществлено разными способами, включая прямое измерение уровня содержания соматических клеток (ССК) или косвенное подтверждение диагноза с помощью проведения Калифорнийского мастит-теста (California Mastitis Test – СМТ) [16,18].

Но в условиях промышленного производства молока с беспривязным содержанием коров необходимо разработка новых и совершенствования существующих технологий и технических средств диагностики мастита, позволяющих определять заболевания в процессе дойки и обеспечивать индивидуальное обслуживание животных с целью предотвращения смешивания молока здоровых и больных животных и своевременным началом их лечения. Особый интерес и актуальность среди автоматизированных методов диагностики мастита у коров представляет термографический, в силу своей бесконтактности и многофункциональности [18-20].

Но данный метод является косвенным, поэтому необходимо провести его экспериментальные исследования в условиях действующего производства. В качестве информационного параметра проанализированы: максимальная температура вымени коров; разница максимальных значений температур 4-х долей вымени коров, динамика изменения средней максимальной температуры вымени в процессе доения коровы и распределение температуры по длине сосков вымени коровы.

Анализ термографических снимков вымени показывает распределенный характер температурного поля (рис.5). В местах наличия воспалительных процессов температура повышается. Поэтому в качестве первого информационного параметра была исследована максимальная температура отдельных областей вымени.

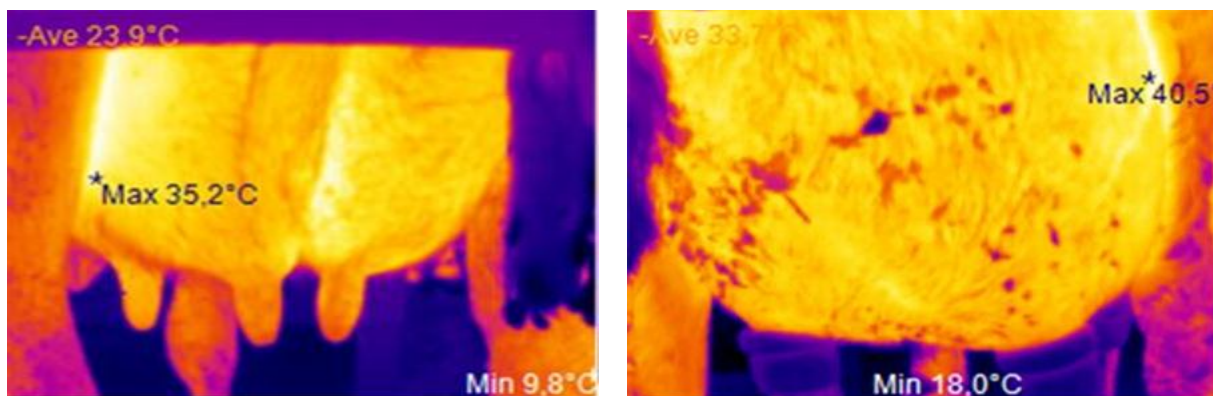


Рисунок 5 – Примеры термографических снимков вымени коровы с максимальной температурой 35,2°C и 40,5°C

Произведена статистическая обработка экспериментальных результатов по стандартной методике. С увеличением степени заболеваемости маститом наблюдается рост средней по выборке температуры вымени коровы. Анализ случайных значений выборки $Y_1, \dots, Y_n$ на принадлежность их к нормальному закону распределения по критерию среднего абсолютного отклонения (CAO), показывает на принадлежность к нормальному закону (табл. 1).

Экспериментальное значение критерия CAO определены по формуле:

$$\theta_s = \left| \frac{\text{CAO}}{S} - 0.7979 \right| = \left| \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \bar{Y}|}{nS} - 0.7979 \right|$$

А, табличное значение критерия CAO:

$$\theta_n = \frac{0.4}{\sqrt{n}}$$

Критерий принадлежности случайных значений выборки $Y_1, \dots, Y_n$ к нормальному закону распределения: если $\theta_s < \theta_n$, то случайные значения выборки $Y_1, \dots, Y_n$ принадлежат к нормальному закону распределения; если $\theta_s > \theta_n$, то не принадлежат.

Результаты статистической обработки данных показывают, что для описывания распределения вероятности максимальной температуры вымени коров для каждой из 4-х групп можно использовать нормальный закон (см. табл. 1).

Важным результатом статистической обработки экспериментальных данных является вывод о нормальном характере распределения плотности вероятности максимальной температуры вымени коровы для всех 4-х групп животных.

Это позволяет использовать при дальнейшем анализе развитую теорию для нормального распределения. Кривые распределения плотности вероятности максимальной температуры вымени имеют зоны перекрытия (рис.6), поэтому возникает задача поиска алгоритма принятия решения об отнесении конкретной коровы к одной из 4-х групп коров по результатам измерения максимальной температуры вымени.

При принятии решения об отнесении конкретной коровы по результатам анализа термографического снимка возможны 4 варианта:

- правильное обнаружение отсутствия мастита;
- правильное обнаружение стадии мастита;
- пропуск заболевания;
- ложная тревога о заболевании.

Таблица 1 – Результаты обработки экспериментальных данных по максимальной температуре вымени коров для 4-х групп животных, полученные при доверительной вероятности $p = 0,95\%$

Показатели	Отрицательная проба (-)	Сомнительная проба (+)	Субклиническая стадия (++)	Клиническая стадия (+++)
Число коров, n	30	30	30	30
Среднее значение температуры вымени по группе, $\bar{Y}$, °C	36,2	37,3	38,5	39,6
Дисперсия, S^2	0,650	0,217	0,198	0,209
Проверка на нормальный закон распределения	да	да	да	да

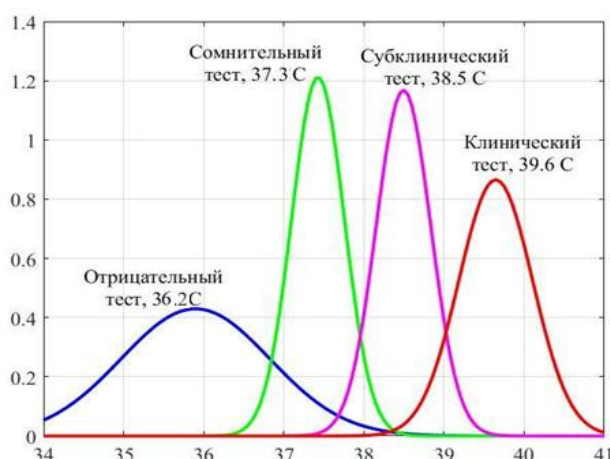


Рисунок 6 – Распределение плотности вероятности максимальной температуры вымени коровы для 4-х групп животных по степени заболевания маститом

Взаимное перекрытие кривых распределения температур вымени для различных групп животных можно объяснить биологической природой объекта контроля и влиянием различных возмущающих факторов, таких как стресс, изменение окружающей температуры, период лактации и т.п. Поэтому необходимо изучить влияние различных возмущающих факторов на результат анализа термографического снимка и возможности снижения дисперсии.

В качестве следующего информационного параметра исследуем взаимосвязь разности температур по четвертям (долям) вымени с группой тестирования мастита.

Критерием определения раннего выявления мастита у коров является разница максимальных температур передних (ΔT_{max}^n) и задних (ΔT_{max}^z) долей вымени.

$$\Delta T_{max}^n = \Delta T_{max}^a - \Delta T_{max}^b ,$$

где: ΔT_{max}^a – максимальная температура левой передней доли вымени, °C;

ΔT_{max}^b – максимальная температура правой передней доли вымени, °C.

Для задних долей соответственно:

$$\Delta T_{max}^z = \Delta T_{max}^c - \Delta T_{max}^d ,$$

где: ΔT_{max}^c – максимальная температура левой задней доли вымени, °C;

ΔT_{max}^d – максимальная температура правой задней доли вымени, °C.

В результате эксперимента получены значения по каждой доли вымени в процессе доения, в зависимости от метода исследования (табл.2).

Таблица 2 – Изменение разности максимальных температур по каждой доли вымени коров и результаты кенотеста в процессе доения на примере 10 голов.

№	Инв. № коровы	Метод исследования	Результаты исследования долей вымени					
			передние			задние		
			левая	правая	ΔT_{max}^n	левая	правая	ΔT_{max}^z
1	132	Кенотест	++	-		-	-	
		Термодиагностика, °C	38,6	37,0	1,6	36,8	36,4	0,4
2	736	Кенотест	-	-		-	-	
		Термодиагностика, °C	34,5	34,7	0,3	35,1	35,3	0,2
3	656	Кенотест	-	-		-	+++	
		Термодиагностика, °C	36,4	36,5	0,2	36,4	40,5	4,1
4	677	Кенотест	+	-		-	-	
		Термодиагностика, °C	37,8	36,8	1,0	36,2	35,9	0,3
5	517	Кенотест	-	-		+	-	
		Термодиагностика, °C	34,1	34,2	0,1	37,4	36,2	1,2
6	547	Кенотест	+++	-		-	-	
		Термодиагностика, °C	39,2	36,7	2,5	36,4	36,4	0
7	786	Кенотест	-	++		-	-	
		Термодиагностика, °C	37,0	38,5	1,5	36,5	36,9	0,4
8	862	Кенотест	-	-		-	-	
		Термодиагностика, °C	35,6	35,8	0,3	36,2	36,0	0,2
9	211	Кенотест	-	-		-	++	
		Термодиагностика, °C	35,1	35,6	0,5	36,6	38,4	1,8
10	314	Кенотест	-	+++		-	-	
		Термодиагностика, °C	36,7	39,1	2,4	36,2	36,7	0,5

Для расчетов во внимание принималась разница максимальных значений по каждой доли вымени коров. При возникновении субклинических форм маститов разница

максимальных значений для передних долей вымени составило $\Delta T_{max}^n = 1,6^{\circ}\text{C}$, а для задних

$\Delta T_{max}^z = 1,8^{\circ}\text{C}$. При более тяжелых формах мастита (явно выраженном воспалительном

процессе) разница для передних долей вымени составило $\Delta T_{max}^n = 2,4^{\circ}\text{C}$, а для задних $\Delta T_{max}^z = 4,1^{\circ}\text{C}$, что показывает острую форму заболевания.

При сравнении показателей температуры отметили, что разница в пределах до $0,5^{\circ}\text{C}$ соответствовала здоровому вымени, разница значений температуры $1,0^{\circ}\text{C}$ и более соответствует развитию воспалительного процесса. Чем больше разница, тем ярче выражен воспалительный процесс. Так максимальная температура пораженных четвертей при клинически выраженном мастите по сравнению с другими долями имела различия в $4,1^{\circ}\text{C}$, что соответствует диагностике с использованием кенотеста (контроль). Таким образом, данный параметр является информационным. Но требует использования нескольких датчиков (тепловизоров) с отысканием рационального конструктивного решения.

Выводы.

1. Среди классифицированных методов диагностики состояния биотехнической системы доильный аппарат-корова, преимущества термографии заключаются в бесконтактности, низких затратах труда и времени и возможности информационной интеграции с автоматизированной системой управления стадом.

2. Проведены в условиях действующего производства экспериментальные измерения максимальной температуры вымени коров термографическим методом у 4-х групп животных, распределенных по степени заболевания маститом в соответствии с кенотестом. Плотность вероятности распределения температур у всех групп животных описывается нормальным законом. Средняя максимальная температура вымени в процессе доения составила у здоровых коров - 36,2°C, при субклинической стадий мастита - 38,5°C, а для клинической выраженной стадий мастита - 39,6°C.

3. В силу биологической природы объекта контроля, подвергаемого возмущающим факторам, таким как стрессы, окружающая температура, период лактации и т.п. целесообразно осуществлять накопление данных в течение определенного периода с последующим усреднением. Усреднение данных по конкретным коровам из различных групп по степени заболевания маститом позволили значительно снизить разброс данных, что позволит повысить вероятность правильных решений. Кроме того, на температуру вымени коровы оказывает влияние и доильный аппарат, поэтому необходимо учитывать момент получения снимка в процессе доения коровы.

4. Распределение температур вымени коров по степени заболеваемости маститом носит характер нормального распределения, что позволит использовать развитую теорию принятия решений при разработке оптимального алгоритма выбора порога отнесения коровы к различным группам заболеваемости маститом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Ракевич Ю.А. Анализ конструкций доильных аппаратов / Ю.А. Ракевич // Научный поиск молодежи XXI века: сб. науч. ст.: в 3 ч., Ч.1: материалы XVII Международной научной конференции студентов и магистрантов, Горки 22-24 ноября 2016 г. – Горки: БГСХА, 2017. – С. 371-374.

2 Романович А.А., Ракевич, Ю.А. Анализ доильных стаканов // Инновационная деятельность в модернизации АПК: Междунар.научно-практ.конф. 7-9 декабря 2016 г.,ч.1-г. Курск. – С. 330-333.

3 Ракецкий П.П. Обоснование методов физиологических и биологических исследований по оценке параметров работы доильного аппарата [Текст] / П.П. Ракецкий, И.Н. Казаровец, В.В. Захаров // Агропанорама. - 2017. - №1. - С. 13-15.

4 Гируцкий И.И. Анализ инфракрасного изображения вымени коров / И.И. Гируцкий, В.И. Передня, Ю.А. Ракевич // Агропанорама. – 2018. – №6. – С. 9 – 12.

5 Гируцкий И.И., Ракевич, Ю.А., Сеньков, А.Г. Экспериментальные исследования термографического метода диагностики мастита дойных коров // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механиз. сельского хоз-ва». – Минск, 2020. – Вып. 54. – С. 204-211.

6 Гируцкий И.И., Ракевич, Ю.А. Обоснование применения термографического метода диагностики мастита дойных коров в компьютеризированной системе управления стадом // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «Науч.-практ. Центр Нац. акад. Наук Беларуси по механиз. сельского хоз-ва». – Минск, 2020. – Вып. – 54. –С. 226-231.

7 Ракевич Ю.А. Использование инфракрасной термографии для выявления мастита коров / Ю.А. Ракевич // Агропанорама. - 2020. - №5. – С. 19–22.

8 Романович А.А. Применение механических фиксаторов для предотвращения наползания доильных стаканов / А.А. Романович, Ю.А. Ракевич // Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь : збірник тез III Всеукраїнської науково-практичної конференції, Житомир, 29-30 березня 2017 р. - Житомир: Житомирський агротехнічний коледж, – 2017. - С. 146-149.

9 Ракевич Ю.А. Выбор оптимального вакуумметрического давления для доения коров / Ю.А. Ракевич, В.И. Передня // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 21–23 ноября 2018 г. – Минск: БГАТУ, 2018. – С. 465–468.

10 Ракевич Ю.А. Динамика изменения вакуума во время доения коров / Ю.А. Ракевич, В.И. Передня // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве:

сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 21-23 ноября 2018 г. - Минск: БГАТУ, 2018. - С. 462-465.

11 Гируцкий И.И. Перспективы развития средств механизации и автоматизации доильного оборудования / И.И. Гируцкий, В.И. Передня, Ю.А. Ракевич // Инновационные ресурсосберегающие технологии для производства биобезопасных комбикормов и конкурентоспособного молока: материалы академических чтений, посвященных 60-летию научной деятельности и 85-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора Владимира Ивановича Передни, - Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2018. – С. 91–96.

12 Диагностика мастита коров термографическим методом / И.И. Гируцкий [и др.] // Энергосбережение - важнейшее условие инновационного развития АПК: материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 19-20 декабря 2019 г. – Минск: БГАТУ, 2019. - С. 204-205.

13 Ракевич Ю.А. Диагностика мастита коров термографическим методом / Ю.А. Ракевич // Актуальные проблемы инновационного развития и кадрового обеспечения АПК: материалы VII Международной научно-практической конференции, Минск, 4–5 июня 2020 г. – Минск: БГАТУ, 2020. – С. 123–126.

14 Ракевич, Ю.А. Диагностика мастита коров термографическим методом / Ю.А. Ракевич // Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино - и приборостроении: материалы VIII Международной научно–практической конференции, Минск: Бизнесофсет, 2020. – С. 87–88.

15 Гируцкий И.И. Компьютеризированные системы управления в сельском хозяйстве / И.И. Гируцкий, В.И. Передня, Ю.А. Ракевич // УО БГАТУ, 2014. – 212 с.

16 Леонов А.Н. Основы моделирования: учебно-методическое пособие /А.Н. Леонов, М.М. Дечко, В.Б. Ловкис; под ред. А.Н. Леонова. – Минск: БГАТУ, 2020. – С. 26–63.

17 Любимов В.Е. Инженерный подход к решению проблемы лечения маститов коров / В.Е. Любимов, Д.В. Романов // Вестник ВНИИМЖ, 2018. – №3 (31) – С. 85–89.

18 Черненко В.В. Эффективность разных методов диагностики мастита у коров / В.В. Черненко, М.А. Ткачев, Ю.Н. Черненко // Изд-во Панорама, №11. – 2019. – С. 33–37.

19 Hirutski I.I. Selection of the information parameter for the thermography method of diagnostics of dairy cows mastitis / I.I. Hirutski, Ju.A. Rakevich, A.G. Stankov // IX International scientific congress: Agricultural machinery 2021, Varna, Bulgaria, 23 June 2021. – Bulgaria, 2021. – P. 48 –52.

20 Hirutski I.I. Selection of the information parameter for the thermography method of diagnostics of dairy cows mastitis / I.I. Hirutski, Ju.A. Rakevich, A.G. Stankov // International scientific journal «Mechanization in agriculture & conserving of the resources. – Bulgaria, 2021. – P. 14–18.

REFERENCES

1 Rakevich Ju.A. Analiz konstrukcij doil'nyh apparatov / Ju.A. Rakevich // Nauchnyj poisk molodezhi XXI veka: sb. nauch. st.: v 3 ch., Ch.1: materialy XVII Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov i magistrantov, Gorki 22-24 nojabrja 2016 g. – Gorki: BGSHA, 2017. – S. 371-374.

2 Romanovich A.A., Rakevich, Ju.A. Analiz doil'nyh stakanov // Innovacionnaja dejatel'nost' v modernizacii APK: Mezhdunar.nauchno-prakt.konf. 7-9 dekabrja 2016 g.,ch.1-g. Kursk. – S. 330-333.

3 Rakeckij P.P. Obosnovanie metodov fiziologicheskikh i biologicheskikh issledovanij po ocenke parametrov raboty doil'nogo apparata [Tekst] / P.P. Rakeckij, I.N. Kazarovec, V.V. Zaharov // Agropanorama. - 2017. - №1. - S. 13-15.

4 Giruckij I.I. Analiz infrakrasnogo izobrazhenija vymeni korov / I.I. Giruckij, V.I. Perednja, Ju.A. Rakevich // Agropanorama. – 2018. – №6. – С. 9 – 12.

5 Giruckij I.I., Rakevich, Ju.A., Sen'kov, A.G. Jeksperimental'nye issledovanija termograficheskogo metoda diagnostiki mastita dojnyh korov // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva: mezhved. tematich. sb. / RUP «Nauch.-prakt. centr Nac. akad. nauk Belarusi po mehaniz. sel'skogo hoz-va». – Minsk, 2020. – Vyp. 54. – С. 204-211.

6 Giruckij I.I., Rakevich, Ju.A. Obosnovanie primeneniya termograficheskogo metoda diagnostiki mastita dojnyh korov v komp'juterizirovannoj sisteme upravlenija stadom // Mehanizacija i

jelektifikacija sel'skogo hozjajstva: mezhved. tematich. sb. / RUP «Nauch.-prakt. Centr Nac. akad. Nauk Belarusi po mehaniz. sel'skogo hoz-va». – Minsk, 2020. – Vyp. – 54. – S. 226-231.

7 Rakevich Ju.A. Ispol'zovanie infrakrasnoj termografii dlja vyjavlenija mastita korov / Ju.A. Rakevich // Agropanorama. - 2020. - №5. – S. 19–22.

8 Romanovich A.A. Primenenie mehanicheskikh fiksatorov dlja predotvrashhenija napolzaniya doil'nyh stakanov / A.A. Romanovich, Ju.A. Rakevich // Perspektivi i tendencii razvitu konstrukcij ta tehničnogo servisu sil's'kogospodars'kih mashin i znarjad' : zbirnik tez III Vseukraïns'koï naukovo-praktičnoï konferencii, Zhitomir, 29-30 bereznja 2017 r. - Zhitomir: Zhitomirskij agrotehničnij koledzh, – 2017. - S. 146-149.

9 Rakevich Ju.A. Vybor optimal'nogo vakuummetricheskogo davlenija dlja doenija korov / Ju.A. Rakevich, V.I. Perednja // Tehničeskoe obespečenie innovacionnyh tehnologij v sel'skom hozjajstve: sbornik nauchnyh statej Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii, Minsk, 21–23 nojabrja 2018 g. – Minsk: BGATU, 2018. – S. 465–468.

10 Rakevich Ju.A. Dinamika izmenenija vakuumma vo vremja doenija korov / Ju.A. Rakevich, V.I. Perednja // Tehničeskoe obespečenie innovacionnyh tehnologij v sel'skom hozjajstve: sbornik nauchnyh statej Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii, Minsk, 21-23 nojabrja 2018 g. - Minsk: BGATU, 2018. - S. 462-465.

11 Giruckij I.I. Perspektivy razvitija sredstv mehanizacii i avtomatizacii doil'nogo oborudovaniya / I.I. Giruckij, V.I. Perednja, Ju.A. Rakevich // Innovacionnye resursosberegajushhie tehnologii dlja proizvodstva biobezopasnyh kombikormov i konkurentosposobnogo moloka: materialy akademicheskikh čtenij, posvjashhennyh 60-letiju nauchnoj dejatel'nosti i 85-letiju so dnja rozhdenija doktora tehničeskikh nauk, professora Vladimira Ivanovicha Peredni, - Minsk: NPC NAN Belarusi po mehanizacii sel'skogo hozjajstva, 2018. – S. 91–96.

12 Diagnostika mastita korov termograficheskim metodom / I.I. Giruckij [i dr.] // Jenergosberezhenie - vazhnejshee uslovie innovacionnogo razvitija APK: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehničeskoj konferencii, Minsk, 19-20 dekabrja 2019 g. – Minsk: BGATU, 2019. - S. 204-205.

13 Rakevich Ju.A. Diagnostika mastita korov termograficheskim metodom / Ju.A. Rakevich // Aktual'nye problemy innovacionnogo razvitija i kadrovogo obespečeniya APK: materialy VII Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii, Minsk, 4–5 ijunja 2020 g. – Minsk: BGATU, 2020. – S. 123–126.

14 Rakevich Ju.A. Diagnostika mastita korov termograficheskim metodom / Ju.A. Rakevich // Innovacionnye tehnologii, avtomatizacija i mehatronika v mashino - i priborostroenii: materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno–praktičeskoj konferencii, Minsk: Biznesofset, 2020. – S. 87–88.

15 Giruckij I.I. Komp'juterizirovannye sistemy upravlenija v sel'skom hozjajstve / I.I. Giruckij, V.I. Perednja, Ju.A. Rakevich // UO BGATU, 2014. – 212 s.

16 Leonov, A.N. Osnovy modelirovaniya: uchebno-metodičeskoe posobie /A.N. Leonov, M.M. Dechko, V.B. Lovkis; pod red. A.N. Leonova. – Minsk: BGATU, 2020. – S. 26–63.

17 Ljubimov V.E. Inženernyj podhod k resheniju problemy lečeniya mastitov korov / V.E. Ljubimov, D.V. Romanov // Vestnik VNIIMZh, 2018. – №3 (31) – S. 85–89.

18 Chernenok V.V. Jefferktivnost' raznyh metodov diagnostiki mastita u korov / V.V. Chernenok, M.A. Tkachev, Ju.N. Chernenok // Izd-vo Panorama, №11. – 2019. – S. 33–37.

19 Hirutski I.I. Selection of the information parameter for the thermography method of diagnostics of dairy cows mastitis / I.I. Hirutski, Ju.A. Rakevich, A.G. Stankov // IX International scientific congress: Agricultural machinery 2021, Varna, Bulgaria, 23 June 2021. – Bulgaria, 2021. – P. 48 –52.

20 Hirutski I.I. Selection of the information parameter for the thermography method of diagnostics of dairy cows mastitis / I.I. Hirutski, Ju.A. Rakevich, A.G. Stankov // International scientific journal «Mechanization in agriculture & conserving of the resources. – Bulgaria, 2021. – P. 14–18.

ТҮЙІН

Сүтті фермалардағы сиырларды байлаусыз ұстау жағдайында, сауу жабдықтарының жай-күйін және сауын сиырларының ауруын ерте анықтау, нақты уақыт режиміндегі жұмыс істейтін стрессіз әдістерді жетілдіруді талап етеді. Бұл өзекті мәселені шешудің

перспективалық бағыты-оптикалық-электронды әдістер мен құралдарды дамыту, оның көпфункционалдылығы мен жанаспауына байланысты, бұл сауын сиырлардың биологиялық объект жағдайын бақылау үшін өте маңызды сапа болып табылады. Сонымен қатар, сауылатын сиырдың сауу биотехнологиялық жүйесін сауу жабдықтарының күйіне, биологиялық объектісіне және әсер ету дәрежесі бойынша анықтау маңызды. Сиырдың желінінің термографиялық суреттерін алу және талдау, сиырдың мастит ауруының дәрежесін және оған сауу жабдықтарының әсерін анықтау мен оның жылу өрісін бақылауын жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Қолданыстағы өндіріс жағдайында жүргізілген эксперименттік зерттеулер, сауу кезінде саууға дейінгі және кейінгі сиырдың желіні мен сүт безі температурасының көрсеткіштері, термографиялық суреттерде сауын аппараттарының сүт безіне әсерін бағалауды, сүт безі сауын аппараттарының жұмыс сапасының индикатор ретінде қызмет ете алатындығын көрсетуіне мүмкіндік береді. Кенотест сауын сиырларының маститін диагностикалаудың үлгі әдісі ретінде мастит ауруының дәрежесіне байланысты сиырдың желінінің максималды температурасын бөлу статистикасы алынды.

УДК 636.033:636.084:574.24
МРНТИ 68.39.13;68.39.29

DOI 10.56339/2305-9397-2022-4-3-62-69

Mullakaev O.T., doctor of Veterinary Sciences, Professor, **main author**, <https://orcid.org/0000-0001-9829-6660>

FSBEI HE «Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman», Sibirskiy trakt st. 35, Kazan, RU, dpzokgavm@mail.ru

Akhmetzhanova N.A., Master of Economic Sciences, <https://orcid.org/0000-0003-1606-6963>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, a.n.a.78@mail.ru

Alimbekov S.A., candidate of veterinary sciences, <https://orcid.org/0000-0001-8876-300X>

Terektinsky college, Uralsk, p. Podstepnoe, Tselinnaya 71a, 090009, Kazakhstan, serikalimbekov@mail.ru

**EVALUATION OF PRODUCTIVITY AND MEAT QUALITY IN BULLS KEPT
BY ECOLOGICALLY ADAPTIVE TECHNOLOGY WITH THE USE OF NATURAL
BIOACTIVE SUBSTANCES
ANNOTATION**

Ensuring the country's food security is the most important strategic task. The ability of the State to organize the functioning of the most important sphere of life support of the population – food – is a necessary condition for its national security and sovereignty, a guarantee of social peace and tranquility in society. The country's food security is characterized by: the level and quality of nutrition of the population, physical and economic availability of food, the level of production potential of the agro-industrial complex, the independence of the country's food supply from imports, the stability of the food supply system, the size of operational and strategic food reserves.

The food security of the region is a system of satisfying the population's need for food based on the regulation of reproduction of the agricultural sector and imports, ensuring the availability of high-quality food products for the population at the current income level. The development of the agricultural sector is a priority in ensuring the food and economic security of the region.

The article proves the effectiveness of combined prescription of natural bioactive substances to animals at the beginning of periods of growing, rearing and fattening of natural bioactive substances according to developed by us schemes, taking into account regional biogeochemical features. In this From this point of view scientific-economic and laboratory researches have been conducted on 30 bulls-analogues, divided into three groups. The experimental animals were kept from the age of 2 to 150 days according to the ecological-adaptive technology, and then up to 540-days old (the duration of the research) - according to the bioindustrial technology according to the bioindustrial technology. Bulls of experimental groups at the ages of 2, 31, 151, 361 days life were administered with permamik with polystim or with iodomidol. In animals of the compared age dynamics of physiological and clinical and growth parameters, as well as meat quality [2,3,4].