

Бюллетень

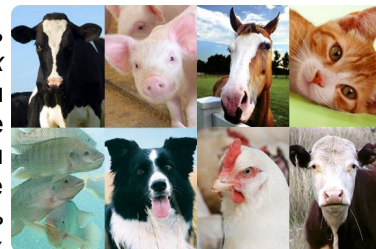
“Логгеры iButton”

№29 (январь-март 2012 года)



Использование регистраторов iButton в животноводстве, в птицеводстве и в ветеринарии

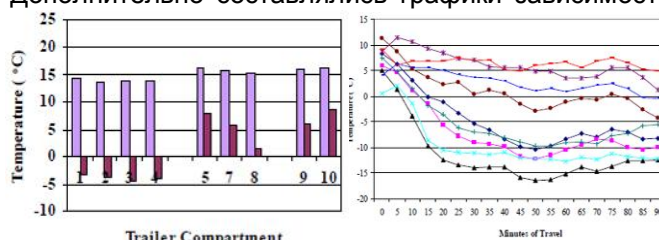
- 29.1**  Миниатюрность, полная защищённость и автономность регистраторов iButton делает их незаменимыми при контроле любых *живых систем*, среди которых для человека особое место занимают домашние и сельскохозяйственные животные. Столь эффективно защищённые и в тоже время неприхотливые логгеры температуры и относительной влажности позволяют, как животноводам, так и ветеринарам производить объективные наблюдения состояния домашних и диких животных, и оперативно выявлять или их заболевания, или их выздоровление, или изменения в их повседневном поведении. Это так, поскольку важнейшие изменения в общем состоянии животных связаны, в первую очередь, с изменением температуры их тела или отдельных органов. Собственно, таким образом, сейчас выявляются и воспалительные процессы отдельных органов животных, и инфекционные заболевания всего их организма, и возникновение, а также продолжительность их стрессов, и результаты воздействия введённых в их организм лекарственных препаратов и т.д. Другой важной функцией, которую эффективно исполняют логгеры мониторинга температуры и влажности iButton по отношению к сельскохозяйственным и домашним животным является контроль микроклимата их содержания, в том числе, в свинарниках, в коровниках, в овчарнях, в птичниках, в террариумах, в аквариумах, контроль инкубации яиц и транспортировки животных, и т.д. Ещё регистраторы iButton широко востребованы для контроля хранения и транспортировки кормов для домашних и сельскохозяйственных животных, а также лекарств для их лечения. В нашем бюллетене “Логгеры iButton” мы уже неоднократно обращались к теме использования “таблеток”-логгеров в областях ветеринарии и животноводства (см. сообщения №2.24, №3.12, №3.14...№3.17, №12.25, №15.4, №17.11, №20.19, №22.17, №22.20, №28.13), теперь этой проблеме посвящён отдельный выпуск этого бюллетеня.



- 29.2**  На сайте химической компании **Balchem Corporation**, являющимся информационным бюллетенем о технологии инкапсуляции пищевых добавок для домашних животных, опубликовано краткое описание проведенного исследования влияния препарата **NiaShure™** на температуру тела коров и выработку молока во время летней жары, под названием «*Effect of feeding NiaShure™ on core body temperature and milk production in lactating Holstein dairy cows during summer heat stress*» (http://www.shuresolutions.com/media/2008_Balchem_Research_Summaries.pdf). В рамках эксперимента проводилась регистрация вагинальной температуры отдельных животных посредством миниатюрных логгеров ТЕРМОХРОН. В результате у животных, принимавших препарат, по сравнению с контрольной группой, была зафиксирована более низкая температура тела в течение жаркого периода, а содержание белков и жиров в молоке было более высоким. Таким образом, подтверждена эффективность использования препарата именно в инкапсулированной форме, т. к. в противном случае данный препарат в значительной степени разлагается в рубце (одном из отделов желудка) крупного рогатого скота.



- 29.3**  На сайте корпорации **Prairie Swine Centre Inc.**, занимающейся исследованиями и технологиями в свиноводстве, размещена статья «*Transportation of Pigs in Western Canada: Temperatures Within Trucks During Winter and Summer Months*» (<http://www.prairieswine.com/pdf/39856.pdf>), посвященная проблемам транспортировки свиней в Канаде в летние и зимние периоды. В рамках проекта авторы изучали микроклиматические условия в грузовиках с целью выявить различия между отсеками. Перевозка свиней осуществлялась в трехпалубных трейлерах в течение 8 часов, летом и зимой. Отсеки на каждой палубе были пронумерованы, и в каждом под потолком было установлено по 5 логгеров температуры и влажности iButton, чьи показания затем усреднялись. Приборы были запрограммированы на регистрацию обоих параметров с интервалом 5 минут. Усредненные результаты определялись для следующих моментов времени: сразу после загрузки животных, в момент выезда транспортного средства с фермы, в момент его прибытия на завод и во время выгрузки животных. Дополнительно составлялись графики зависимости температуры в первые 90 минут перевозки. При этом были выявлены существенные различия между летними и зимними температурами, снижение температуры в отсеках в течение транспортировки, а также специфические закономерности изменения климата для каждого отсека, связанные с его месторасположением, режимами перевозки и окружающими условиями.



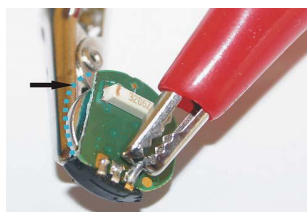
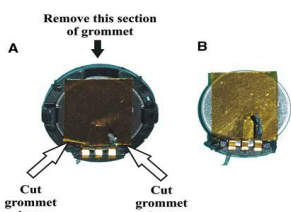
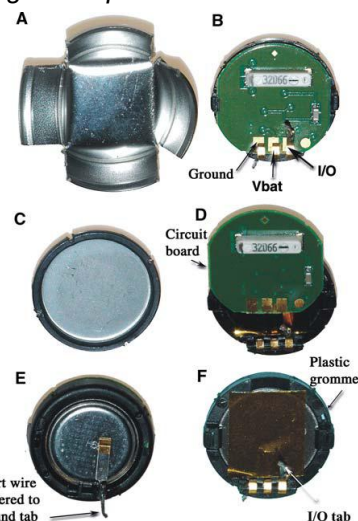
- 29.4** **Western Hog Journal** В продолжение исследований, результаты которых были подробно представлены в материалах симпозиума **CCSAW Research Symposium** (<http://www.uoquelp.ca/csaw/ccsawresearchsymposium/2008/>) канадского центра репродуктивности и защиты сельскохозяйственных животных университета **Guelph** (см. сообщение №15.4), известный канадский журнал **Western Hog Journal**, профессионально освещающий вопросы свиноводства, опубликовал статью под заголовком «*Vehicle design impact on the transportation of hogs*» (см. или http://www.albertapork.com/Uploads/Objects/WHJ_Winter09/Winter09_re.pdf или <http://www.prairieswine.com/centred-on-swine-volume-14/>). В ней подробно описано влияние конструкции транспортного средства на физиологию свиней при их перевозке. В ходе экспериментов на всех стадиях транспортировки фиксировались поведенческие реакции животных, их температура тела, частота сердечных сокращений, показатели крови, индицирующие стресс, температура внутри контейнеров и качество мяса в течение 24 часов после забоя. Температура тела свиней регистрировалась с помощью логгеров ТЕРМОХРОН, введенных в пищеварительный тракт и извлеченных после убоя. При этом удалось собрать 85% регистраторов. После обработки результатов были установлено, что на среднюю температуру тела животных влияет конструкция трейлера (*double-deck trailer* или *three-deck pot-belly trailer*), что температура максимальна при стоянке транспорта на ферме и падает во время движения и другие полезные закономерности. Наряду с данными о других параметрах это позволило сделать вывод о предпочтительности двухпалубных трейлеров (*double-deck trailer*) для перевозки свиней.



- 29.5** **Journal of Animal Science** Также изучению реакций овец во время длительных перевозок в отсутствии пищи и воды посвящена статья, опубликованная под заголовком «*Science - The effects of 12, 30, or 48 hours of road transport on the physiological and behavioral responses of sheep*» в американском журнале **Journal of Animal** (<http://jas.fass.org/content/88/6/2144.full>). Для регистрации температуры и влажности внутри транспортного фургона (с целью последующего расчёта температурно-влажностного индекса - *THI*) применялись устройства ГИГРОХРОН (т.е. логгеры модификации DS1923-F5). Полученные в результате значения *THI* не превысили пороговых величин, соответствующих стрессовым условиям для овец, в течение всех транспортировочных циклов. Данные биохимических анализов свидетельствовали, что перевозки продолжительностью до 48 часов в таких «мягких» климатических условиях не являются значительным стрессом для взрослых здоровых овец, хотя и сопровождаются потерей веса и сгущением крови, что в том числе связано с наличием микроклимата внутри фургонов.

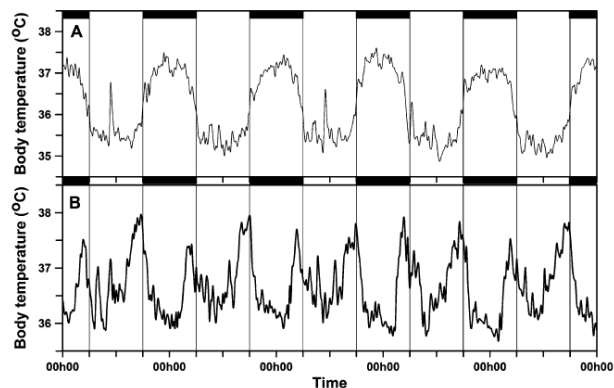


- 29.6** **SpringerLink** В специализированном журнале **Biomedical and Life Sciences** опубликована статья с названием «*Modification and miniaturization of Thermochron iButtons for surgical implantation into small animals*» – «Модификация и миниатюризация устройств ТЕРМОХРОН для хирургической имплантации в маленьких животных» (<http://www.springerlink.com/content/d806346722741317/>). Статья посвящена вопросу снижения габаритов и массы эффективных логгеров iButton, с целью их использования для имплантации в организм животных весом менее 70 грамм. К тому же, для герметизации прибора его необходимо дополнительно покрывать воском, что ещё увеличивает вес. Поэтому авторы предприняли попытку миниатюризации логгера модели DS1922L-F5 путём извлечения из корпуса его электронной начинки. Для этого устройство зажимали в тисках и производили на боковой цилиндрической поверхности корпуса четыре равноудалённых надпила с помощью ножовки с мелкими зубьями. При этом пиление прекращалось, как только становилась видимой чёрная пластиковая прокладка. Четыре получившихся «лепестка» легко отгибаются ногтем и содержимое вынимается. В дальнейшем вес ещё уменьшался путём отрезания части платы и удаления части прокладки и припаиванием трёх пружинных

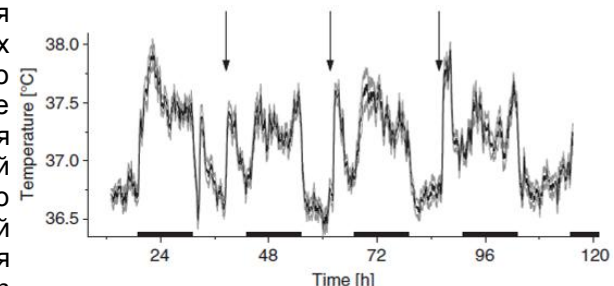
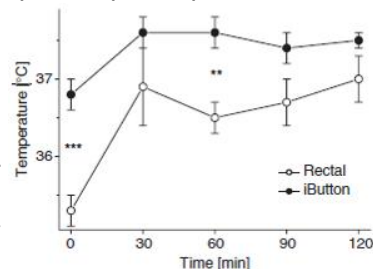


Подключение прибора к адаптеру 1-Wire осуществлялось с помощью зажимов «крокодил», подсоединённых к выводу I/O и отрезку провода, припаянного к «минусу» батареи (GND). После программирования прибор покрывался слоем парафина, а компоненты платы предварительно защищались слоем липкой ленты. Таким образом, удалось снизить вес логгера до 1,5 граммов (против 3,6 граммов после покрытия воском корпуса). Модифицированные логгеры оказались меньше по габаритам и легче, чем аналоги – приборы iVBat, выпускаемые канадской фирмой Alpha Mach Inc., также содержащие обрезанную плату и батарею меньшей ёмкости, покрытые полистиролом и стоящие ~ 120\$. Благодаря не дорогостоящей процедуре,

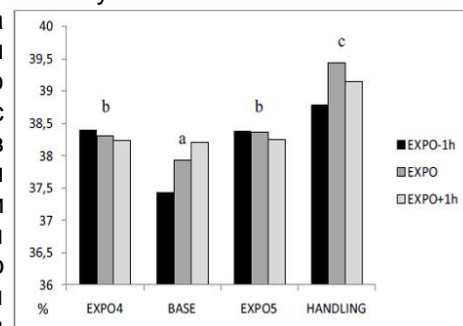
сохранившей к тому же функциональные возможности приборов, логгеры стало возможным применить для изучения суточных температурных циклов мышей, в организмы которых они имплантировались. Перед эксплуатацией проводилась калибровка регистраторов в водяной бане в диапазоне температур от +5° до 45°C по пяти точкам. В качестве эталона выступал ртутный термометр с погрешностью 0,1°C. В результате было выявлено, что среднее смещение показаний относительно эталона составляет (-1,02°C), что значительно превышает указанную производителем величину погрешности (0,5°C). Послужили ли причиной таких отклонений операции, производимые над устройствами, осталось для исследователей не ясным.



- 29.7 В популярном журнале **Laboratory Animals** (*Лабораторные животные*) опубликована статья под названием «*Stress-induced hyperthermia in the rat: comparison of classical and novel recording methods*» (<http://la.rsmjournals.com/cgi/reprint/40/2/186.pdf>). Речь в ней идёт об исследовании гипертермии (повышении температуры тела) лабораторных животных под воздействием стресса. При проведении такого исследования важно, чтобы процедура мониторинга сама не являлась источником стресса. В ходе экспериментов изучалась гипертермия крыс при перемещениях клеток, их транспортировке и при изоляции особей. При этом сравнивались два метода регистрации температуры: классический (измерения ректальной температуры с помощью термистора) и новый (применение логгеров iButton, имплантированных в брюшную полость). Отмечается, что выбранные логгеры DS1921H-F5 можно использовать многократно, они имеют приемлемое разрешение (0,125°C) и диапазон (от +15°C до +46°C), а также, по сравнению с телеметрическими датчиками, более дешёвы и позволяют синхронно измерять температуру сразу нескольких особей, находящихся в одной клетке. Регистраторы, предварительно калиброванные, покрытые тонким слоем силикона, хирургическим путём помещались в брюшную полость крыс. Заданный период регистрации составил 3 минуты, величина задержки – 36 часов до начала экспериментов. После статистического анализа данных обнаружено, что все виды опробованных стресс-факторов вызвали повышение температуры животных на протяжении 1...2 часов. Это свидетельствует о необходимости увеличения стандартного времени восстановления для подопытных животных перед экспериментами и более деликатного обращения с ними. Результаты, зафиксированные логгерами, были более высокими (что объясняется близостью к печени – главному «источнику» тепловой энергии), а также имели меньшее значение стандартного отклонения по сравнению с показаниями ректальной температуры. Стрессовые эффекты обнаруживаются обоими методами, но с помощью регистраторов iButton можно получить более достоверные данные, особенно с учётом доступности в настоящее время логгеров модификации DS1922L-F5, с более высоким разрешением и диапазоном выбора частоты опроса.



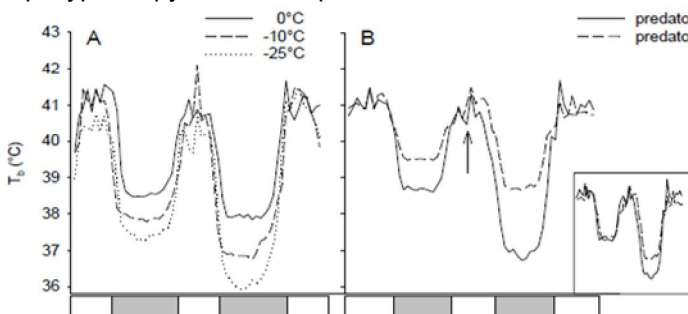
- 29.8  KUOPION YLIOPISTO На сайте финского Университета Куопио (*University of Kuopio*) размещена статья с названием «*Environmental Factors and Reproduction in Farmed Blue Fox (Vulpes lagopus) Vixens*» (<http://www.uku.fi/vaitokset/2008/isbn978-951-27-1180-2.pdf>). Она посвящена изучению репродуктивной функции самок голубого песца и влияния на неё факторов окружающей среды. Помимо наблюдения поведенческих реакций животных, разводимых на ферме, также изучались физиологические реакции их организма (гипертермия) на такие сильные стресс-факторы, как шум самолётов и контакт с человеком. Мониторинг температуры тела песцов производился с помощью терморегистраторов модификации DS1921H-F5, покрытых парафином и имплантированных в брюшную полость каждой особи. Логгеры программировались на сбор данных с частотой раз в минуту. Анализ зафиксированных результатов показал, что подъём температуры тела песцов при проявлении человеческой активности, непосредственном контакте с людьми и транспортировке более значителен, чем при воздействии авиационного шума. В числе прочих сделан вывод о том, что температура тела является более выраженным индикатором уровня стресса, испытываемого животными, чем изменения в поведении и репродуктивности.



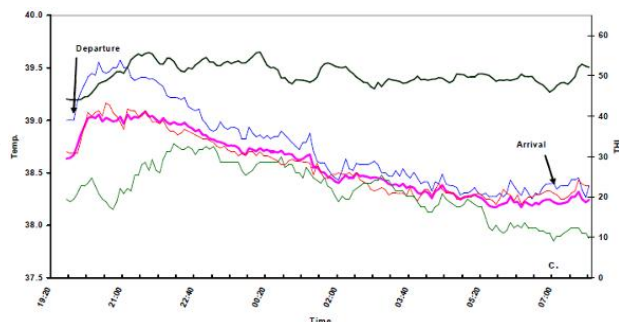
В электронном журнале **Plos ONE** опубликована статья с названием «*Influenza Virus in a Natural Host, the Mallard: Experimental Infection Data*» (<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0008935>), в которой описывается клиническое исследование поведения и физиологии диких уток, являющихся естественными носителями вируса птичьего гриппа. В течение эксперимента производился мониторинг температуры, частоты сердцебиения и активности птиц, инфицировавшихся несколько раз различными штаммами вируса. Наряду с комплексными измерениями, производимыми с помощью радиодатчиков, температура дополнительно регистрировалась посредством логгеров iButton модификации DS1922L-F5, которые также имплантировались под кожный покров уток в районе шеи. Заданный период преобразований логгеров составил 30 минут. Дополнительный регистратор DS1922L-F5 осуществлял измерения температуры воздуха в помещении, для подтверждения её стабильности. Полученные отчёты свидетельствовали о незначительном ($\sim 0,5^{\circ}\text{C}$) и кратковременном (на протяжении 2 дней) повышении температуры тела у некоторых особей после инфицирования. Вместе с другими данными это позволило сделать вывод о существовании неоднородности в восприимчивости к инфекции и в развитии иммунитета к гетерологичным штаммам вируса.



На сайте финского **Университета Оулу** (*University of Oulu*) опубликована статья под заголовком “*Thermoregulatory consequences of starvation and digestion in birds*” (<http://herkules.oulu.fi/isbn9514277147/isbn9514277147.pdf>). Она посвящена изучению механизмов терморегуляции птиц в условиях ограниченности или отсутствия пищи и при её достаточном количестве, а также исследованиям влияния на терморегуляцию температуры окружающей среды и присутствия хищников. Для регистрации температуры тела птиц (голубей и перепелов) во время некоторых экспериментов использовались логгеры ТЕРМОХРОН модификации DS1921H, которые имплантировались в брюшную полость пернатых. Благодаря полученным данным, специалистам удалось сделать ряд заключений, в том числе: при голодании температура окружающей среды оказывает значительное влияние на уровень ночной гипотермии (переохлаждения) птиц; дневная температура тела птиц уменьшается для снижения энергопотребления при недостатке пищи в очень холодных условиях; риск нападения летающих хищников предотвращает возникновение глубокой ночной гипотермии птиц; виды, имеющие зоб, могут адаптивно варьировать время переваривания пищи, используя производимую при этом энергию для согревания в более холодное время суток.



На сайте департамента по развитию сельского хозяйства и продовольствия Ирландии (**Teagasc – the Agriculture and Food Development Authority**) опубликован доклад “*The effect of pre-transport periods (0, 12 and 24 h) of food and water deprivation on the response to 12 and 24 h transport in yearling heifers*” (http://www.teagasc.ie/publications/2008/animal_bioscience/AnimalBioscience.pdf). В нём описано исследование физиологических реакций коров на длительную перевозку при предварительном лишении еды и питья в течение различных временных интервалов. Наряду с периодическими заборами анализов и мониторингом поведения также проводилась регистрация ректальной температуры животных посредством логгеров ТЕРМОХРОН. Анализ температурных данных показал, что транспортировка вызывает повышение температуры с последующим её возвращением к нормальному уровню. Эта информация вместе с другими зафиксированными параметрами использовалась для оценки физиологического состояния животных при различных условиях экспериментов.

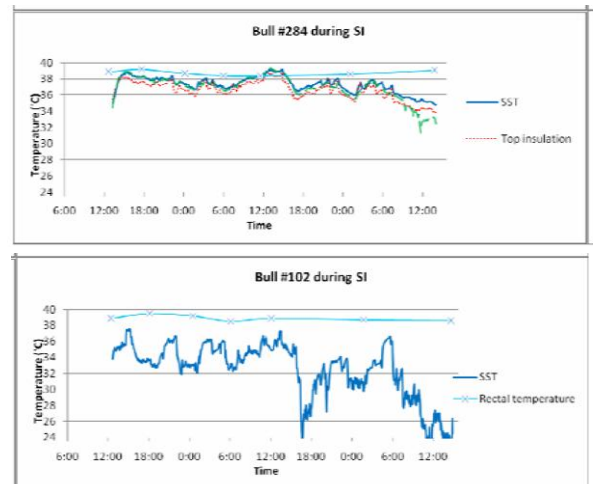


Не смотря на миниатюрные размеры и малый вес устройств ТЕРМОХРОН, при решении задач мониторинга температуры тела животных и птиц эти регистраторы всё-таки являются слишком большими и тяжёлыми. Поэтому существует большая потребность в построении на базе стандартных логгеров модификации DS1922L-F5 более миниатюрных облегчённых конструкций, что успешно решается, как благодаря деятельности некоторых специализированных компаний, так и благодаря самостоятельному творчеству заинтересованных исследователей (см., например, <http://www.elin.ru/Thermochron/?topic=a17>). Одним из лидеров рынка специализированных версий регистраторов iButton является сегодня известная канадская компания **Alpha Mach** (<http://www.alphamach.com/>) (см. сообщение №3.2, №11.6, №16.20, №21.30, №27.13, №28.13). Причём этой компанией с 2000 года было разработано более 20 видов самых разнообразных конструкций

регистраторов температуры, основой которых являются именно логгеры iButton. Эти конструкции изготавливались для самых различных целей. Например: логгеры **iBCod** для исследования температуры океанских течений, логгеры **iBMin** для контроля температуры окружающей среды (крепится на тело лососевых рыб), логгеры **iBLite** - облегчённый вариант конструкции с противовесом, специально приспособленный для крепления на тело мальков и глубоководных рыб малых размеров, логгеры **iBee** для контроля высокотемпературных процессов, а также другие приборы различного назначения **iBKrill**, **iBBass**, **iBBat** и т.д. А совсем недавно компания Alpha Mach объявила о создании очередного регистратора оригинальной формы под названием **iBEgg** (<http://www.alphamach.com/Eng/custom.htm#GI>), который представляет собой желудочный имплантат для изучения пищеварительной системы крупных птиц. Основой устройства **iBEgg** является логгер модификации DS1922L-F5, информационный доступ к ресурсам которого осуществляется благодаря двум специальным зажимам, размещённым в особых защищённых полостях его корпуса. Благодаря отказу от использования металлических материалов корпуса (применён биологически инертный пластик), специальной обтекаемой форме корпуса, а также снижению ёмкости, массы и габаритов встроенной батареи питания, устройство **iBEgg** представляется идеальным инструментом для осуществления температурного мониторинга желудка, в первую очередь, находящихся под ветеринарным наблюдением особей одомашненных птиц.



- 29.13** В научной библиотеке **Утрехтского университета (Universiteit Utrecht)** выложена интересная показательная статья под названием «*Blood and semen corticosteroid levels in scrotal insulated Bos indicus bulls*» (<http://igitur-archive.library.uu.nl/student-theses/2009-0319-201647/Eindverslag%20onderzoeksstage.pdf>), повествующая об исследовании уровней кортикостероидов в крови и сперме быков зебу при изолировании мошонки. Для мониторинга температуры поверхности мошонки использовались логгеры iButton модификации DS1922L-F5, которые прикреплялись к мошонке с помощью специальной медицинской плёнки. У одной из двух групп самцов зебу мошонка изолировалась от окружающей среды двумя слоями подгузников и алюминиевой фольгой, при этом ещё по два термолоттера размещались внутри изолирующего материала. Также несколько регистраторов DS1922L-F5 измеряли температуру окружающей среды в загоне для последующего сравнения с показаниями ближайшей метеостанции. Все логгеры программировались на регистрацию температуры с частотой 1 раз в 2 минуты. Изучение полученных температурных зависимостей позволило специалистам сделать важные выводы об особенностях терморегуляции у быков и влиянии на неё окружающих условий и двигательной активности, а также о том, что температурный режим в локальной области (мошонке) оказывает более значительное влияние на сперматогенез, чем биохимические показатели.

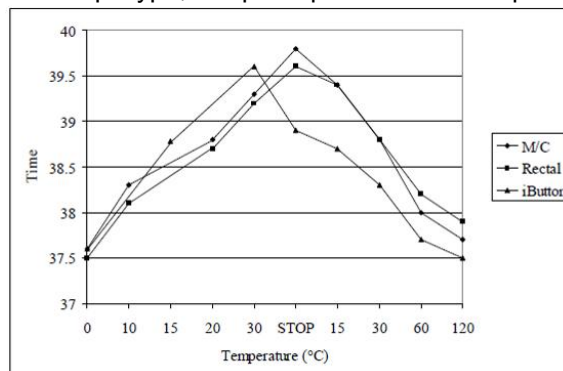


- 29.14** Продвинутая компания **Poultry Technology Group Inc.** из Алабамы, занимающаяся промышленным производством мяса птицы, в полной мере использует возможности и преимущества технологии ТЕРМОХРОН на всех этапах собственной деятельности. Именно такой подход обеспечивает сегодня наибольшую экономическую эффективность при реализации в полном объёме базовых постулатов основных международных систем контроля качества продовольственной продукции и объективного ветеринарного контроля (<ftp://144.206.186.112/pdf/Thermochron/Overview.pdf>). Причём применяемые на предприятии развитые системы поддержки обслуживания устройств ТЕРМОХРОН, реализованные на базе мобильных карманных компьютеров, позволяя сотрудникам предприятия оперативно наблюдать за корректностью хода процессов производства (инкубация, хранение и транспортировка продукции и кормов, контроль заболеваемости птицы и т.д.) и вовремя вмешиваться в производственные процессы выращивания птицы. При этом в полном объёме обеспечиваются процедуры идентификации, верификации, аттестации и валидации производственных процессов птицеводства. Полученные посредством устройств ТЕРМОХРОН температурные профили, чётко отображающие изменение температуры на производственных участках, также обеспечивают объективный индивидуальный контроль действий дежурного персонала птичников. Подобные подходы были высоко оценены сообществом птицеводов Алабамы (<http://alabamapoultry.org/magazine/2011%20Magazines/May-June%202011.pdf>)



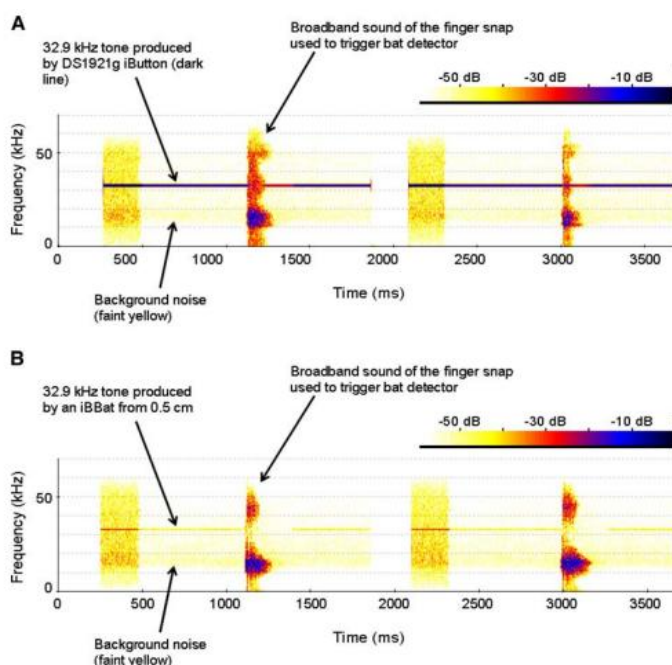
29.15 На сайте архива **Техасского A&M Университета** (Texas A&M University) представлен доклад под названием «*Intrauterine Temperatures of Mares Under Different Management Conditions*», в котором описано исследование влияния физических нагрузок на температуру тела кобыл (<http://repository.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/ETD-TAMU-2867/COMMAILLE-THESIS.pdf?sequence=1>).

Испытуемые животные были разделены на несколько тестовых групп, отличающихся условиями содержания, режимами активности и методами измерения температуры тела. Во время экспериментов осуществлялась регистрация внутриматочной температуры кобыл посредством введенных в матку логгеров ТЕРМОХРОН модификации DS1921H-F5, запрограммированных на регистрацию с частотой 1 раз в 15 минут и разрешением 0,125°C. Каждый логгер предварительно закреплялся в брелке, к которому привязывалась специальная нейлоновая нить, и герметизировался специальной плёнкой, после чего вся конструкция вымачивалась в растворе хлорексидина. Также проводились измерения ректальной температуры и температуры в шейной области другими типами датчиков. После статистического анализа данных было установлено, что размещение логгеров ТЕРМОХРОН в матке животных не вызвало последующего повышения температуры других участков тела, а цитологические исследования показали отсутствие инфекционных заражений животных. Средняя температура, зафиксированная логгерами ТЕРМОХРОН у лошадей, постоянно находящихся в вентилируемых стойлах, была значительно ниже, чем у животных, подвергавшихся периодическим нагрузкам, что согласуется с показаниями, полученными альтернативными измерителями. Среди преимуществ измерения температуры тела внутри матки с помощью логгеров ТЕРМОХРОН указываются меньшее воздействие условий окружающей среды (по сравнению с традиционными датчиками в шейной области) и возможность проведения мониторинга без прерывания физических нагрузок (по сравнению с измерениями ректальной температуры с помощью зонда в условиях стационара).

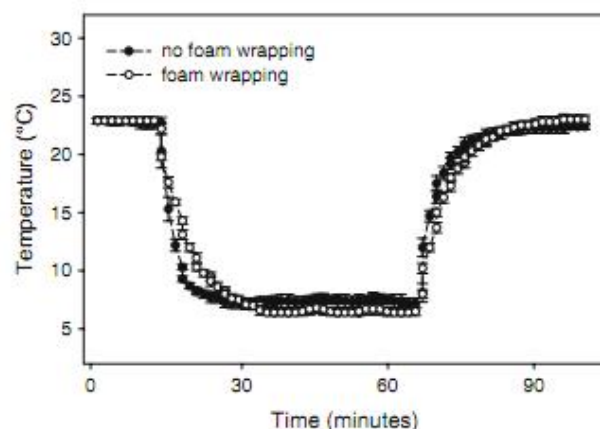


29.16 На сайте **Университета Теннесси** (The University of Tennessee) размещён документ «*Thermocron iButton and iBBat temperature dataloggers emit ultrasound*» ([http://web.utk.edu/~jboyles2/Files/Willis%20et%20al.%202009%20\(JCP-B\).pdf](http://web.utk.edu/~jboyles2/Files/Willis%20et%20al.%202009%20(JCP-B).pdf)).

Он посвящён исследованиям логгеров ТЕРМОХРОН и iBBAT (представляющих собой электронные схемы температурных регистраторов iButton, снабжённые батареей меньшей ёмкости и упакованные в пластик, изготавливаемые канадской компанией **Alpha Mach Inc.** (<http://www.alphamach.com/>)) на предмет испускания ими ультразвуковых волн в ходе эксплуатации. Данный интерес возник у исследователей после того, как ими было отмечено изменение в поведении летучих мышей при размещении регистраторов в местах ночёвок этих животных. Эксперименты проводились с логгерами ТЕРМОХРОН модификаций DS1921G-F5, DS1921L-F52 и DS1922L-F5 и логгерами iBBat модификаций, эквивалентных логгерам модификаций DS1921G-F5 и DS1922L-F5. Срок, прошедший от даты производства отдельных регистраторов, составлял от нескольких месяцев до нескольких лет. Для записи излучаемого приборами звука они программировались на сбор данных с частотой раз в 10 минут и помещались в безэховую камеру вместе с широкополосным микрофоном и специальным детектором. Расстояние от микрофона до логгеров ТЕРМОХРОН устанавливалось равным 1 см, 15 см и 30 см, а до логгеров iBBat – 0,5 см и 1 см, так как последние, благодаря меньшим размерам и меньшей массе, при полевых исследованиях прикрепляются непосредственно на спины летучих мышей. Также проводились опыты по ослаблению звука, излучаемого логгерами ТЕРМОХРОН, с помощью покрытия их корпуса



несколькими слоями вспененного пластика и изучалось влияние такого покрытия на температурную инерционность приборов. Результаты экспериментов показали, что для 14 из 15 логгеров ТЕРМОХРОН детектировался непрерывный синусоидальный звуковой сигнал частотой 32,9 кГц на расстоянии 1 см, при этом для 7 образцов сигнал детектировался и на максимальном расстоянии (30 см). Измеренные выборочно значения среднеквадратичного уровня звукового давления на расстоянии 1 см составили: 46,5 дБ и 44,5 дБ (для модели DS1921G-F5), 38,5 дБ (для модели DS1921L-F52) и 31,5 дБ (для модели iBBat). Специальный анализ также показал, что пиковый уровень звука, испускаемого приборами DS1921G-F5 выше, чем у DS1921L-F52 и iBBat. Покрытие корпуса логгера ТЕРМОХРОН пластиком сильно уменьшило пиковый уровень звука (с 30 дБ до 6 дБ над уровнем фона), но, естественно, увеличило тепловую инерционность. При этом амплитудные значения измеренной температуры отличались не более чем на 1°C. В заключении отмечено, что измеренные уровни ультразвука лежат в пределах чувствительности многих мелких животных и могут влиять на их поведение и физиологию, особенно в компактных закрытых полостях (гнезда, норы) или в местах с очень низким уровнем фона (пещеры). Чтобы установить это наверняка, требуются дополнительные исследования. Во многих применениях звуковое излучение можно успешно снизить дополнительным покрытием корпуса логгеров звукопоглощающим материалом без значительного ухудшения точностных и временных параметров.



- 29.17**  **Journal of Animal Science** В журнале **Journal of Animal Science** опубликована статья с названием «*Effect of the seaweed *Ascophyllum nodosum* on lambs during forced walking and transport*» (<http://jas.fass.org/content/85/1/225.full.pdf>). В ней описано исследование физиологических реакций ягнят во время принудительных выгулов и транспортировки после потребления ими водоросли *Аскофиллум узловатый*. Во время проводимых процедур животным регулярно вводились капсулы с экстрактом водоросли в различной концентрации. Во время принудительной двигательной активности, а также при последующей перевозке осуществлялась регистрация температуры ушного канала животных с помощью логгеров ТЕРМОХРОН с частотой раз в 5 минут. При этом каждый логгер предварительно помещался в хлопчатобумажный носок, после чего тот заполнялся ватой. При анализе данных вычислялись экстремумы, средние значения и диапазон наблюдаемой температуры. Было установлено, что различия в температурных показаниях между группами животных с различным уровнем потребления экстракта отсутствовали во время двигательной активности. В то же время при транспортировке в жарких условиях наблюдались обратные линейные зависимости перепада, максимального и среднего значений температуры от уровня экстракта, что позволило сделать вывод о способности данной пищевой добавки смягчать воздействие стресс-факторов в упомянутых условиях.



- 29.18**  **DAIRYHERD NETWORK** На сетевом ресурсе **Dairy Herd Network**, подробно освещающем вопросы молочного животноводства, размещена статья под заголовком «*Sophisticated Sensors*» (<http://www.dairyherd.com/dairy-herd/features/sophisticated-sensors-113980464.html>). В ней кратко рассматриваются передовые технологии мониторинга температуры тела крупного рогатого скота. Среди них автоматическая система мониторинга, состоящая из стационарного считывателя и сенсора, помещенного в желудок животного, получение термальных изображений морды и глаз животных с помощью инфракрасной камеры, а также особо выделены полностью автономные миниатюрные автономные логгеры температуры, в качестве примера приводятся устройства ТЕРМОХРОН и терморегистраторы НОВО. В частности, приводится пример размещения устройств ТЕРМОХРОН в ушных каналах животных. Также сообщается о проведенном исследовании, которое показало, что точность измерения температуры устройствами ТЕРМОХРОН снижается по мере «старения» и связанного с ним износа литиевой батареи таких логгеров.

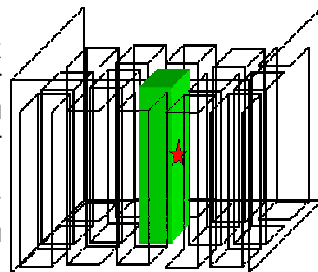


- 29.19**  **Center for Animal Resources and Development** Отделение репродуктивной инженерии Центра по изучению ресурсов животных и развития (CARD) японского университета Кумамото (**Center for Animal Resources & Development (CARD), Kumamoto University**) (<http://card.medic.kumamoto-u.ac.jp/>) уже на протяжении нескольких лет отработывает и совершенствует способы эффективной транспортировки эмбрионов различных лабораторных животных, полученных путем криоконсервации спермы. В настоящее время разработан и скрупулезно расписан в форме пошагового протокола действий наиболее эффективный на сегодня механизм транспортировки эмбрионов мышей внутри специальной криокапсулы (термоса), упакованной в термоконтейнер (<http://card.medic.kumamoto-u.ac.jp/card/english/sigen/manual/lowtemptransp.html>). Одним из важнейших элементов Холодовой цепи, реализуемой при такой транспортировке эмбрионов, является

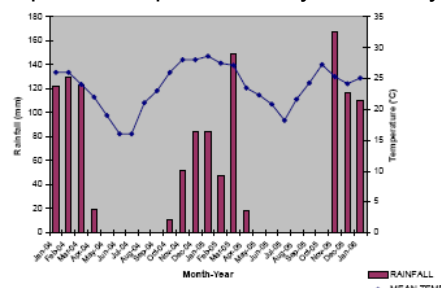
использование регистратора ТЕРМОХРОН модификации DS1922L-F5, который располагается непосредственно рядом с перевозимым биоматериалом (в том же картонном футляре, внутри криокапсулы) и выполняет тщательный мониторинг температуры. Именно использование подобного логгера позволяет подтвердить точность соблюдения температурного режима при транспортировке эмбрионов на уровне $4,0 \pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, а, следовательно, сохранение их жизнеспособности, в течение 72 часов. Результаты работ по разработке правил перевозки криоконсервированных эмбрионов и спермы мышей также были органически включены в статью под названием «*Short-Term Storage and Transport at Cold Temperatures of 2-Cell Mouse Embryos Produced by Cryopreserved Sperm*», опубликованную в популярном журнале Американской ассоциации по науке о лабораторных животных (**American Association for Laboratory Animal Science (JAALAS)**) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2919179/>).



29.20  На странице школы ветеринарной медицины **UC Davis School of Veterinary Medicine** размещена статья под названием «*Methods of egg flat disinfection*» (http://www.vetmed.ucdavis.edu/vetext/INF-PO_Forum/prev-methods.htm), в которой рассматриваются методы дезинфекции контейнеров для яиц. Одним из таких методов является нагрев тары до температур, при которых гибнут болезнетворные микроорганизмы. При этом нагреться до определённой температуры должны все контейнеры, проходящие обработку, поэтому следует измерять температуру именно в центре камеры внутри центральной стопки контейнеров (т.е. в контрольной точке, наиболее удалённой и заслонённой от нагревателей). Также важным фактором при проведении подобной дезинфекции является необходимое время экспозиции (выдержки) контейнеров при высокой температуре. Чтобы температура в центре камеры достигла требуемой величины, может потребоваться разогрев нагревательных элементов до более высокой температуры, что в свою очередь может привести к расплавлению близкорасположенных единиц тары. Для контроля температуры автор статьи предлагает использовать несколько доступных сегодня на рынке технологий мониторинга температуры, в том числе миниатюрные логгеры ТЕРМОХРОН (типа DS1921L-F51), являющиеся одним из самых недорогих решений (http://www.vetmed.ucdavis.edu/vetext/INF-PO_Forum/temperatureloggers.htm).

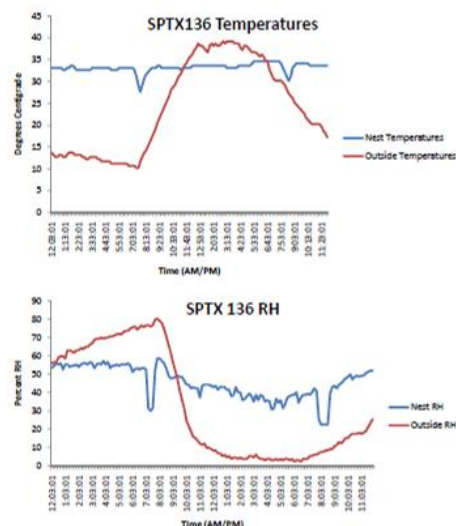


29.21  На сайте некоммерческой организации **AfricaSkyBlue Wilderness**, которая занимается научными исследованиями и проектами по сохранению дикой природы в отдалённых районах Африки, публикуются описания планирующихся проектов, посвящённых исследованию применения искусственных жилищ (скворечников) для сохранения численности видов птиц, гнездящихся в дуплах – «*OKAVANGO NEST BOX PROJECT, POICEPHALUS WILD BREEDING PROJECT*» (http://africaskyblue.org/files/Okavango_Nest_Box_Project.pdf, http://africaskyblue.org/files/POICEPHALUS_WILD_BREEDING_PROJECT_ABC_Conservation_Awards_1_.pdf). В ходе одного из проводимых экспериментов с целью изучения взаимосвязи темпа роста птенцов с именными микроклимата в течение периода инкубации в скворечниках, в них планируется установить регистраторы ГИГРОХРОН. Логгеры будут программироваться на регистрацию температуры и влажности с периодом 15 минут. Эти же приборы будут использоваться для контроля условий окружающей среды с периодом сбора данных 1 час. В другом эксперименте планируется использование логгеров ТЕРМОХРОН для оценки активности птиц-родителей при высиживании кладки. Располагаемые под кладкой яиц термолоттеры будут регистрировать температуру каждые 2 минуты. Также предполагается провести сравнительную оценку эффективности такого метода мониторинга путём сопоставления данных, полученных от логгеров iButton, с данными, зафиксированными при использовании других методов наблюдения. Результаты, полученные в ходе реализации проектов, предполагается использовать, в том числе и для определения оптимальной конструкции и предпочтительных мест установки искусственных гнёзд.



29.22  На странице партнерской организации **The Great Plains Landscape Conservation Cooperative**, чья деятельность посвящена привлечению науки и технологий к сохранению и рациональному использованию природных ресурсов в южной части Великих Равнин (США), выложен доклад «*Understanding the Ecology, Habitat Use, Phenology and Thermal Tolerance of Nesting Lesser Prairie-Chickens to Predict Population Level Influences of Climate Change*» (http://www.greatplainslcc.org/PDFs/2010reports/Boal_GPLCC_phase1_final_report.pdf).

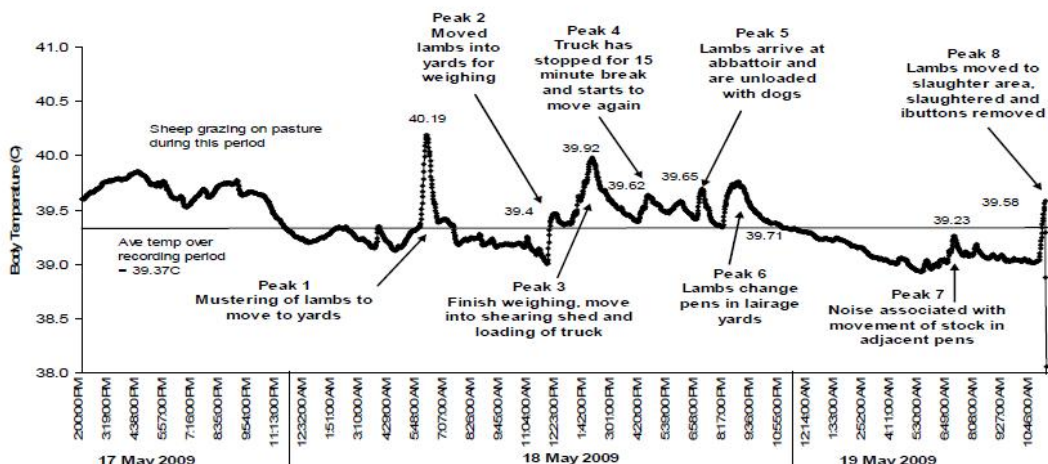
В нем описана первая фаза исследования термальной экологии и особенностей поведения гнездящихся малых степных тетеревов под воздействием меняющихся климатических условий. В ходе полевых работ специалисты устанавливали в гнёзда тетеревов по одному логгеру ГИГРОХРОН (модель DS1923-F5) для регистрации температурно-влажностных профилей с частотой сбора раз в 10 минут. Ещё один такой же регистратор размещался в непосредственной близости от каждого гнезда для контроля параметров окружающей среды, при этом «внешние» логгеры обкладывались материалом, из которого построено гнездо. При обработке полученных данных для каждого участка определялись средние значения и экстремумы измеренных величин за определенные временные отрезки каждого дня. Было отмечено, что, хотя условия окружающей среды менялись в широких пределах, показания температуры и влажности внутри гнёзд были гораздо стабильнее. Особенно это было заметно, когда птицы временно покидали свои гнёзда, что говорит о важной роли высиживания в поддержании требуемого теплового и влажностного режима в гнёздах.



Также применению технологии iButton в изучении гнездящихся птиц посвящён один из материалов 72-й конференции по рыбным ресурсам и дикой природе Среднего Запада США - **Midwest Fish and Wildlife Conference**. В опубликованных тезисах доклада «*Using iButtons to Determine Nest Absences of Greater Prairiechickens*» (<http://www.midwest2011.org/files/2011/07/Wildlife-Posters-for-2011-conference.pdf>) сообщается об использовании регистраторов для определения моментов отсутствия больших степных тетеревов на гнезде. В проводимых экспериментах осуществлялась видеозапись гнёзд с размещёнными в них логгерами температуры iButton, чтобы проверить, зафиксируют ли эти более дешёвые приборы заметные изменения температуры, когда птицы покидают свои гнёзда. Полученные результаты показали, что регистраторы детектировали 88% таких случаев с возможностью точного определения их продолжительности. Также специалисты экспериментально определили наиболее приемлемые значения частоты опроса для логгеров, отслеживающих факты отсутствия/присутствия особей в гнёздах. Прделанная работа свидетельствует, что технология iButton с успехом может применяться для определения моментов отсутствия птиц на гнезде в будущих исследованиях.



29.23 На сайте **Австралийского Общества Животноводов** (Australian Society of Animal Production, ASAP) размещена статья под заголовком «*Body Temperature Changes in Lambs in Response to Pre-Slaughter Procedures*» (<http://www.asap.asn.au/asap28/files/brown096.pdf>). В ней описан процесс исследования изменений температуры тела ягнят в зависимости от стрессовых нагрузок перед убоем. При проведении подобных экспериментов за несколько дней до убоя логгеры температуры DS1921H-F5 размещались в вагинах животных с целью регистрации температуры их тела, частота регистрации выбиралась 1 раз в минуту. Также специалистами фиксировались различные стандартные процедуры, проводимые с животными в этот период, связанные с их перемещением и двигательной активностью.

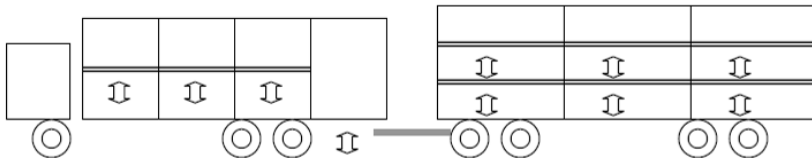


Из полученных исследователями графиков, построенных по собранным логгерами iButton данным, выяснилось, что во время подготовительных к убою процедур у ягнят происходят многократные повышения температуры тела. Наибольший всплеск температуры наблюдался во время начального осмотра особей на ферме. Отслеживая температуру тела таким образом, можно практически оценить уровень полученного животными стресса, непосредственно влияющий на качество мяса. Отмечается, что использование в качестве интравaginaльных мониторов температуры автономных миниатюрных логгеров iButton является эффективным, практичным и несложным способом проведения мониторинга температуры тела с минимальными потерями самих измерительных устройств, и накопленных ими результатов.

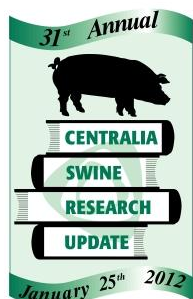


29.24 На сайте **Международного Конгресса по науке и технологии в мясной промышленности** (*International Congress of Meat Science and Technology, ICoMST*) опубликован доклад с названием «*Road transportation of pigs in three tiers*» об исследовании процесса перевозки свиней в трёхъярусных фургонах (<http://www.icomst.helsinki.fi/ICoMST2008/CD%20Papers/General%20speakers+posters-3p%20papers/Session1/1.5.Honkavaara.pdf>).

Во время экспериментов (многочасовая транспортировка свиней) проводился мониторинг микроклимата внутри каждого из фургонов, и с помощью видеокамер отслеживалось поведение животных. Для регистрации температуры использовались логгеры ТЕРМОХРОН, которые устанавливались на каждом из трёх ярусов тестового заднего трейлера на уровне голов животных, а также в контрольном двухъярусном переднем фургоне. Полученные результаты показали, что температура в фургоне росла во время загрузки свиней и достигала максимума, когда полностью загруженный фургон стоял на месте до начала транспортировки. При движении транспортного средства внутренняя температура снижалась почти до уровня температуры окружающей среды. Наиболее прохладным оказался 3-ий ярус заднего фургона, что свидетельствует о хорошем качестве воздуха (качественном воздухообмене). Таким образом, показания, зафиксированные логгерами ТЕРМОХРОН, наряду с результатами наблюдений поведения свиней, позволили исследователям сделать обоснованный вывод о приемлемости трейлеров новой конструкции для перевозки свиней в подобных условиях.



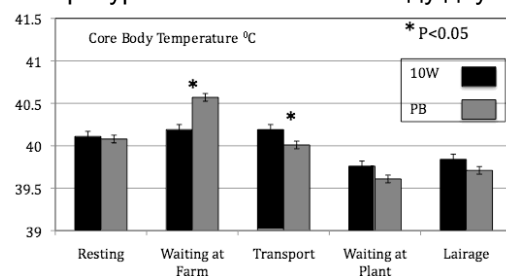
Тема оптимальной транспортировки свиней вообще является достаточно актуальной проблемой свиноводства. Например, в материалах канадской конференции **Centralia Swine Research Update**,



CentraliaSwineResearch.ca

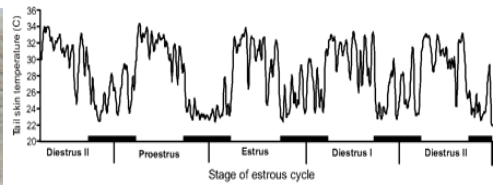
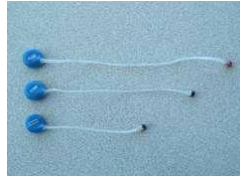
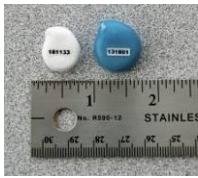
посвящённой новым исследованиям и работам в области свиноводства, опубликовано описание исследования «*Effects of Stage of Transport and Vehicle Design on Deep Core Body Temperature of Market Pigs*» (<http://www.centraliaswinereseach.ca/proceedings/2010/csru2010proceedings.pdf>). В рамках этого проекта изучалось воздействие длительности транспортировки и конструкции трейлеров на температуру тела свиней. Во время экспериментов свиньям, перевозимым в трейлерах двух различных конструкций, перорально вводили миниатюрные логгеры ТЕРМОХРОН. Приборы осуществляли регистрацию температуры кишечного тракта с частотой раз в минуту в течение загрузки, транспортировки и предубойного содержания. Исходя из полученных данных, зимой не наблюдалось различия в температуре тела животных между двумя типами трейлеров, в то время как летом были

зафиксированы определённые различия на отдельных стадиях транспортировки, в том числе, зависящие от её продолжительности и от того, в каком отсеке кузова находилось животное. Таким образом, результаты показали, что тепловые нагрузки, испытываемые свиньями при движении транспортного средства, в значительной степени обусловлены длительностью перевозки, конструкцией трейлера, эффективностью его вентиляции и местоположением в нём животных.

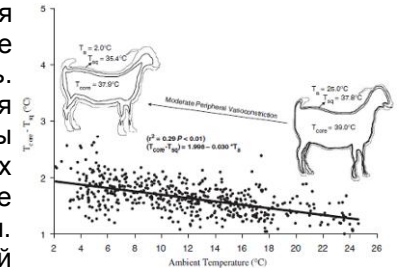
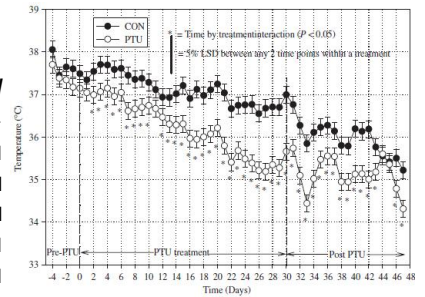


29.25 Миниатюрные конструкции **SubCue-Mini Datalogger**, канадской компании **SubCue** (<http://www.subcue.com/>), реализованные на базе архитектуры логгеров iButton семейства DS1921 (см. сообщения №3.1), специально ориентированы для имплантации лабораторным подопытным животным небольших размеров. В первую очередь, такие логгеры вживляют белым мышам и крысам, которые наиболее востребованы для исследований вопросов генетики, микробиологии, вирусологии, токсикологии, радиобиологии, а также для испытаний новых ветеринарных форм и различных физиологических опытов. Уникальные характеристики SubCue-Mini Datalogger и отточенная с 2004 года технология их поддержки позволяют использовать эти температурные регистраторы для решения чрезвычайно важных проблем и проведения уникальных опытов, некоторые из которых описаны в материалах специального раздела корпоративного сайта компании SubCue (<http://www.subcue.com/publications.htm>). Практически все материалы, представленные в этом разделе, связаны именно с применением SubCue-Mini Datalogger для контроля температуры тела лабораторных животных, что позволяет проводить исследования термогинеза жировой ткани особей, отслеживать снижение температуры их тела при гипоксии, изучать системы терморегуляции животных, фиксировать динамику воспалительных процессов, наблюдать течение стрессов и т.д. Таким образом, именно использование миниатюрных конструкций терморегистраторов, с

уже ставшей классической архитектурой устройств ТЕРМОХРОН семейства DS1921, позволяют получать наиболее ценную действительно объективную информацию, поставляемую лабораторными животными.



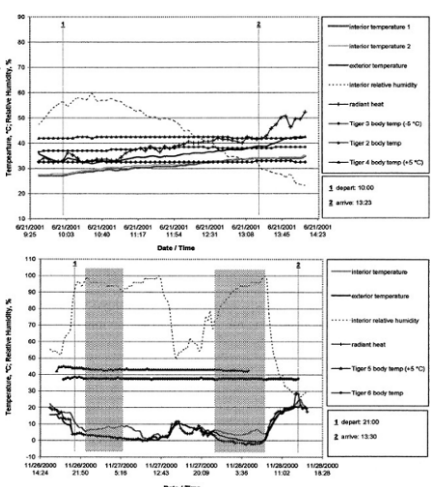
29.26 В Журнале **термальной биологии** (*Journal of Thermal Biology*) опубликована статья под названием «*Responses of core and peripheral temperatures to chronic cold stress in transiently goitrous goats*» посвящённая исследованию реакций температуры тела и периферической температуры на стресс, вызванный длительным переохлаждением у коз с недостатком гормонов щитовидной железы (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306456506000891>). В ней сообщается, что на время экспериментов подопытным животным хирургическим путём имплантировали по два миниатюрных регистратора температуры ТЕРМОХРОН типа DS1921H-F5 – один под брюшину и один под кожный покров. Приборы программировались на сбор данных с периодом 20 минут, затем каждый из них покрывался биологически инертным парафином, затем подготовленные таким образом логгеры предварительно выдерживались в дезинфицирующем растворе. Тестовой группе животных (в отличие от контрольной группы) вводился препарат, снижающий выработку гормонов (PTU). После извлечения результатов, накопленных в памяти логгеров, вычислялись среднесуточные значения температуры тела и подкожной температуры, а также их разность. Затем строились графики указанных параметров, и проводился регрессионный анализ их зависимости от изменения температуры окружающей среды. При этом был установлен разный характер этих зависимостей для тестовой и контрольной групп особей и другие особенности влияния гормонов на терморегуляцию организмов коз при т.н. *холодовом стрессе*. Дополнительные подробные сведения по этой проблеме также можно найти по ссылке <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174006000064>, где расположен материал с результатами исследования поведения ягнят при стрессе перед их забоем. Причём для получения экспериментальных данных, которые легли в основу и этого изыскания, также использовались логгеры модификации DS1921H-F5.



29.27 В журнале **Applied Animal Behavior Science**, освещающем вопросы поведения домашних животных, можно ознакомиться с кратким описанием статьи под названием «*The behavior of circus tigers during transport*» – «*Поведение цирковых тигров во время транспортировки*» (<http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/applan/article/S0168-1591%2803%2900066-2/abstract>). Во время перевозки в течение нескольких часов с помощью видеокamer фиксировались режимы поведения животных, а с помощью устройств ТЕРМОХРОН регистрировалась температура их тела с периодом 5 минут. При этом были выявлены различия в двигательной активности у особей, задействованных перед транспортировкой в выступлении, и у особей, не участвовавших в нём. Анализ полученных результатов показал, что значительное увеличение температуры тела тигров (на один градус и более), скорее всего, связано с напряжением во время выступлений особей перед их транспортировкой.



Кроме того, в журнале по медицине диких животных **Journal of Zoo and Wildlife Medicine** опубликована статья с названием «*Survey of Transport Environments of Circus Tigers (Panthera tigris)*», в которой исследуются различные конструкции цирковых трейлеров для перевозки тигров, окружающие условия при транспортировке и их влияние на температуру тела животных (<http://www.jstor.org/pss/20096325>). При транспортировке тигров и других хищников в жарких и холодных условиях проводился мониторинг температуры внутри и снаружи трейлеров, влажности, а также температуры тела особей с помощью логгеров iButton. Частота регистрации составляла раз в 5 минут. Из полученных данных установлено, что температура внутри трейлеров не зависела от режимов движения транспорта и в целом не превышала температуру окружающей среды, что говорит о хорошей изоляции и вентиляции. Зафиксированные экстремальные температуры (37,1°C и -1,1°C) не влияли на температуру тела животных. Таким образом, транспортировка не оказывала негативного влияния на терморегуляцию тигров.



На сайте Факультета животноводства Университета Флориды (**Department of Animal Sciences, University of Florida**), выложен материал, подготовленный для конференции по молочному животноводству **Southeast Dairy Herd Management Conference**. Он имеет название «*Solutions to Infertility Caused By Heat Stress*» и посвящён решениям проблемы бесплодия у коров, перенёвших тепловой стресс (<http://www.animal.ufl.edu/hansen/MSS/Hansen%202011%20Southeast%20Dairy%20Herd%20Management%20paper.pdf>). Одним из способов снижения воздействия теплового стресса является охлаждение животных с помощью принудительной вентиляции. Для оценки эффективности данного способа осуществляют контроль ректальной температуры коров с помощью термометра с зондом. Более полный мониторинг температуры тела животных был осуществлён, с помощью миниатюрных программируемых логгеров ТЕРМОХРОН, которые на протяжении недели могут накапливать в собственной памяти значения температуры, измеренные с периодом 1 минута. Введение логгеров в тело коров авторы предлагают осуществлять с помощью вагинальных вставок, изначально предназначенных для ввода гормонов (CIDR device). В основании такой вставки вырезается паз, в котором с помощью силиконового герметика и закрепляются регистраторы. Анализ суточных температурных профилей позволяет понять, требуется ли животным дополнительное охлаждение.

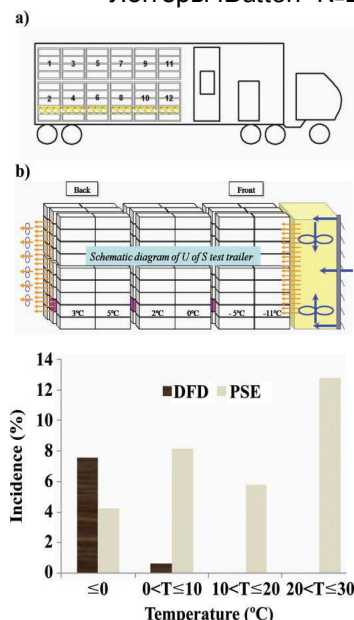


Более полный вариант с тщательным описанием методики этих исследований представлен в развёрнутом материале под названием «*Cooling Strategies During Heat Stress*» (<http://www.extension.org/pages/63354/cooling-strategies-during-heat-stress>), который опубликован на объединённом информационном сайте знаний университетов США **eXtension**.

29.29 **SEBM** Experimental Biology and Medicine В журнале *Экспериментальная биология и медицина (Experimental biology and medicine)* опубликована статья, озаглавленная «*Response to Fasting in an Unnaturally Obese Carnivore, the Captive European Polecat Mustela putorius*» (<http://ebm.rsmjournals.com/content/234/11/1287.full>). В ней исследуется влияние голодания на содержащихся в неволе лесных хорьков, подверженных ожирению. Во время периода голодания (5 суток) наряду с измерениями массы и взятием пробы крови осуществлялась регистрация температуры тела тестируемых особей с помощью логгеров iButton модификации DS1921H-F5, которые были имплантированы в брюшную полость животных. Приборы осуществляли накопление температурных значений с интервалом 60 минут. Одновременно для мониторинга температуры окружающей среды были задействованы терморегистраторы модификации DS1921G-F5. Анализ результатов показал неизменность среднесуточных и пиковых значений температуры тела хорьков, что вместе с данными биохимических анализов позволило выявить особенности их метаболизма при ожирении. Причём эти исследования также могут помочь в изучении ожирения у человека.



29.30 Содержание настоящего Бюллетеня №29 показывает насколько востребованы регистраторы iButton для исследований и обеспечения контроля качества процесса транспортировки животных (см. сообщения №29.3, №29.5, №29.17, №29.24, №29.26, №29.27). Поэтому заключительное сообщение Бюллетеня «Логгеры iButton» №29 также посвящено этому же вопросу.



В американском журнале о птицеводстве **Poultry Science** опубликована статья с названием «*Effect of microclimate temperature during transportation of broiler chickens on quality of the pectoralis major muscle*». Она посвящена исследованиям влияния микроклимата во время транспортировки цыплят-бройлеров на качество мяса, получаемого из их большой грудной мышцы (<http://ps.fass.org/content/89/5/1033.full>). Во время экспериментов группы цыплят, распределённые по различным отсекам трейлера, перевозили при различных значениях уличной температуры. Каждый отсек трейлера с целью мониторинга температуры и влажности снабжался логгерами ГИГРОХРОН (DS1923-F5). Для регистрации температуры тела в желудки некоторых особей помещали логгеры ТЕРМОХРОН (DS1922L-F5), а с задней стороны кузова закреплялся такой же логгер, фиксирующий уличную температуру. После забоя и обработки цыплят производилась оценка качества мяса по нескольким параметрам. По результатам анализа данных, накопленных логгерами температуры и влажности, была установлена обратная корреляция между температурой в отсеке и относительной влажностью. Причём длительное воздействие отрицательных температур приводило к значительному (до нескольких градусов) снижению температуры тела у цыплят. Также у птиц, пребывавших во время перевозки при температурах ниже нуля, мясо оказалось более тёмным и красным по цвету, а его кислотность (показатель pH) была существенно выше. Таким образом, результаты исследования показали, что на качество мяса грудки бройлеров значительно влияют климатические условия, в которых находились птицы при перевозке непосредственно перед убоем.