

водственные испытания показали высокую стойкость полученной оснастки.

Вышеприведенные проблемы металлической оснастки и отливок решаются путем внедрения технологий быстрого прототипирования с адаптацией их

к имеющимся традиционным технологическим процессам. Их применение обеспечит не только внедрение новых эффективных материалов, но и введение новых способов изготовления литейной оснастки, что является на сегодняшний день актуальным.

Литература

1. Скородумов С.В. Создание и развитие систем компактного интеллектуального производства // Литейное производство. - 1999. № 7. - С. 28-33.
2. Гейтс Б. Дорога в будущее. / Пер. с англ. - М.: Издательский отдел «Русская Редакция», ТОО «Channel Trading Ltd.», 1996. - с. 312.
3. Трегубов Г.П. Инновационные проблемы модернизации производственной среды для рынка наукоемкой продукции // Литейное производство. - 2004. № 4. - С. 2-4.
4. Шаюков С., Майхорн К. Международная выставка EUROMOLD-2003 (г.Франк-фурт-на-Майне) // Литейное производство. - 2004. № 4. - С. 32-34.
5. Ищенко В.В., Федотов В.А. Настольный учебно-технический комплекс для мелкосерийного изготовления отливок // Литейное производство. - 2004. № 4. - С. 35-38.
6. Бояринцев А.В. Проекты «АБ Универсал» в производстве литейной оснастки // Литейное производство. - 2004. № 4. - С. 22-24.
7. Таран Б.П., Витязев Ю.Б., Тринева Т.Л. Реальное применение стереоли-тографии в литейном производстве // Процессы литья. - 2003. № 4. - С. 44-46.
8. Таран Б.П., Тринева Т.Л. Внедрение прогрессивных технологий в литейное производство в сочетании с традиционными // Вестник НТУ «ХПИ». - 2005. № 23. - С. 181-185.
9. Кечин В.А., Селихов Г.Ф., Афонин А.Н. Проектирование и производство литых заготовок: Учеб. пособие /Владим. гос. ун-т. Владимир, 2002. - 228 с.

Розглянуті результати застосування диференційної термометрії для підвищення достовірності оцінки змін температури тіла на прикладі корів

Ключові слова: температура, диференційна термометрія, достовірність, фаза циклу

Рассмотрены результаты применения дифференциальной термометрии для повышения достоверности оценки изменений температуры тела на примере коров

Ключевые слова: температура, дифференциальная термометрия, достоверность, фаза цикла

The results of the differential thermometry to improve the reliability of estimate of changes in body temperature on the example of cows are considered

Keywords: temperature, differential thermometry, reliability, phase of a cycle

УДК 536.5:53.082.6

ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕРМОМЕТРИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ОЦЕНКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА

М. Г. Самынина

Младший научный сотрудник лаборатории
Лаборатория репродуктивной биологии
Институт животноводства
Национальная академия аграрных наук
ул. 7-й Гвардейской Армии, 3, пгт. Кулинич,
Харьковский р-н, 62404
Контактный тел.: (057) 740-31-67

Известные методы измерения и оценки температурных характеристик физических тел применимы для биологических объектов и позволяют оценивать информативность измеряемых параметров и учитывать некоторые влияющие систематические факторы. Актуален вопрос о применимости тех или иных способов измерения, интерпретации и моделирования изменений тепловых свойств теплокровных организмов, основной особенностью которых является относительное постоянство температуры тела и, соответственно, наличие особых регулирующих систем, направляющих течение химических, физических и частично биологических процессов и определяющих их интенсивность [1, 2].

Средняя температура тела здоровых млекопитающих обычно считается условной величиной, так как для нее характерны колебания в очень узких пределах и изменения в зависимости от различных физиологических состояний организма [1]. Из-за довольно значительной температурной неоднородности тела теплокровного проинтегрировать температуру по объему оказывается чрезвычайно сложной математической операцией [3]. Чтобы определить среднюю температуру живого организма на практике используют в качестве модели твердое тело с источником тепла, для которого справедливо следующее равенство:

$$T_c = \alpha \cdot T_{я} + (1 - \alpha) \cdot T_о,$$

где T_c – средняя температура тела; $T_{я}$ – температура ядра тела; $T_о$ – температура оболочки; α – весовой коэффициент.

Обычно в качестве температуры ядра тела принимают температуру в полости прямой кишки, а за температуру так называемой оболочки – средневзвешенную температуру кожи. Весовой коэффициент отражает существование не только взаимозависимости температурных сдвигов центра и периферии, но и влияние внешних факторов [3]. Его подбирают эмпирическим путем для разной температуры окружающей среды и разных организмов, а это является источником дополнительной погрешности этого метода.

Использование аппарата математической теории теплопроводности предоставляет еще один способ изучения средней температуры – по величине теплового потока от более нагретого участка тела в сторону менее нагретой внешней среды или, упрощая метод, между двумя точками на разном расстоянии от поверхности тела в направлении потока тепла [3]. Так, для стержня, нагреваемого с одного конца:

$$Q = kA \cdot (T_1 - T_2) / l,$$

где k – коэффициент теплопроводности материала; A – площадь, через которую передается тепло; T_1 и T_2 – температуры двух участков стержня, разделенных расстоянием l , равным длине стержня.

Для практических целей закон Фурье в таком виде применим при описании низкочастотных (период – от часа и более) процессов и широко используется в различных областях теплофизики и геофизики [4]. Его ценность для изучения температурных изменений у теплокровных обусловлена тем, плотность теплового потока находится в прямой зависимости от разности

одновременно измеренных температур. Учитывая то, что температура организма зависит не только от факторов внешней среды (температура, влажность), но и от времени суток, места измерения, двигательной активности и гормонального статуса [1, 5–7], учет либо стабилизация которых не всегда представляется возможным, при вычитании температур, измеренных одновременно, некоторые эти влияния нивелируются. Это, в свою очередь, может иметь перспективы для повышения достоверности оценки физиологического состояния биологической системы.

Так, для метода измерения базальной температуры, широко используемого в репродуктивной физиологии человека, измерения необходимо проводить в одно и то же время суток, избегая двигательной активности и соблюдая одинаковые условия. В этом случае фиксируется повышение температуры тела в лютеальную фазу полового цикла, которое обусловлено действием прогестерона на центр терморегуляции, находящийся в гипоталамусе [8]. Однако, при измерении температуры тела у животных в одно и то же время этот метод не дает достоверных результатов, хотя у коров неоднократно отмечалось совпадение во времени температурных изменений (ректальной, влагалищной и молока) и явлений эстрального цикла [9, 2, 5, 6, 8–10]. Для этой цели целесообразно применить дифференциальную термометрию, в частности, используя разность температур в полости влагалища у коров.

Экспериментальная часть

Учитывая, что направление теплового потока определяется градиентом температур, для одномерного общего случая принято, что величины, характеризующие этот поток, могут меняться в том же направлении [11]. В качестве модели принята полая трубка (рис. 1), которую собой представляет полость влагалища у коров [12]. В силу отличия анатомического строения рассмотрена та часть, которая удалена от внешней среды. Примем, что среда внутри трубки однородная с точки зрения теплопроводности. Следовательно, коэффициент теплопроводности не зависит от пространственных координат и приблизительно равен теплопроводности воздуха. Этот показатель почти в 20 раз меньше теплопроводности воды, которую содержат в большом количестве окружающие мягкие ткани [3]. Тогда выравнивание температур вдоль границ трубки будет происходить практически мгновенно, а в каждый момент времени t в трубке вдоль ее оси существует равномерное распределение температуры, поэтому можно ввести определенные температуры $T_A(t)$ и $T_B(t)$ в точках А и В, находящихся на оси трубки (рис. 1).

Исследования по термометрии проводили в Институте животноводства НААН на 8 подопытных лактирующих коровах молочных пород в течение 1-2 половых циклов. Для каждого животного температуру измеряли в полости влагалища на расстояниях 28 и 14 см от вульвы и затем определяли разность температур, измеренных в одно и то же время. Полученные данные были условно разбиты на 2 части [12]: относящиеся к фолликулярной и к лютеальной фазам (далее – фаза 1 и 2, соответственно) эстрального цикла.



Рис. 1. Направление теплового потока внутри полый трубки ($T_A(t) > T_B(t)$)

Необходимый для оценки температуры датчик (термодатчик) с чувствительностью $0,025 \text{ кОм}/^\circ\text{C}$ был изготовлен по схеме [13]; максимальная ошибка линеаризации схемы не превышает $1 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$. Термодатчик был заранее оснащён шкалой, с помощью которой определяли расстояние от внешних половых органов. Обработку данных и необходимые вычисления были проведены с помощью компьютерных программ Microsoft Excel и MATLAB 6.5.

Результаты оценки различия фаз по температурным показателям

На первом этапе был проведен анализ того, как меняет температура, измеренная на одном из фиксированных расстояний, за один цикл. На рис. 2 для каждого животного (условно обозначено – к. 1, к. 2 и т.д.) приведены средние значения температур на расстоянии 14 см и 28 см отдельно. Согласно полученным данным (рис. 2, а) изменение температуры на расстоянии 14 см не было однозначным. В фазу 1 в четырех случаях она была выше, чем в фазу 2, а в остальных – была ниже. В случаях, когда для отдельного животного измерения были проведены в течение двух циклов, также она была в одном цикле в фазу 1 выше, а в другом – ниже или наоборот. Только в трех случаях наблюдалось достоверное различие.

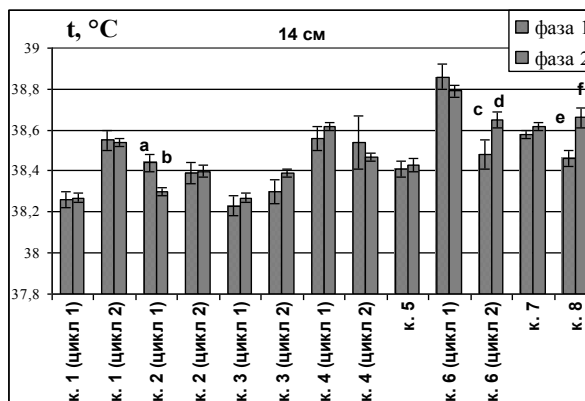
Температура на глубине 28 см (рис. 2, б) показала большее количество случаев (8 из 13), когда этот показатель в фазу 2 был выше, чем в фазу 1, с разной степенью достоверности.

Таким образом, температура ближе к поверхности тела в большей степени, чем более глубокая температура, подвержена влиянию факторов, которые не связаны с циклическими половыми изменениями. Это может объяснить тот факт, что в работе [14] удалось зафиксировать в лютеальной фазу значительное повышение температуры в матке, которая ближе к центру тела. Хотя при этом в ректальной и влагалищной температурах достоверного различия фаз полового цикла не наблюдалось.

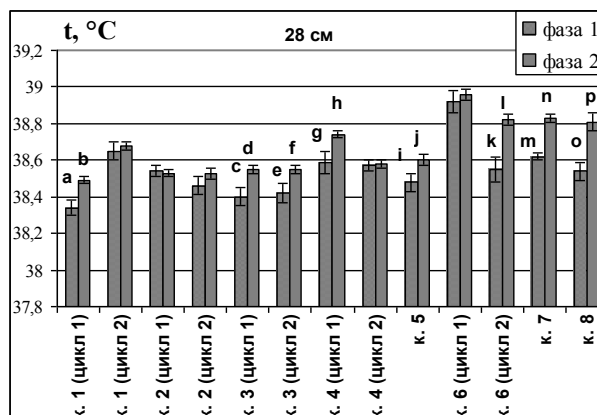
На втором этапе исследований для сравнения фазы 1 и фазы 2 была использована разность температур, измеренных практически одновременно на расстояниях 28 и 14 см. Анализ показал (рис. 3), что во всех случаях они отличаются с высшей степенью достоверности ($P \geq 0,999$).

Использование показателя разности температур способствовало повышению достоверности определения фаз полового цикла у коров. С точки зрения

физиологии ряд исследователей [2, 15] приходят к выводу, что организм теплокровных может использовать температуру как сигнал, но с помощью температурных градиентов глубоких репродуктивных тканей происходит тонкое регулирование процессов размножения.



а)



б)

Рис. 2. Различия температур в фазы 1 и 2 ($M \pm m$): а) на расстоянии 14 см; а:б, е:ф – $P \geq 0,99$; с:д – $P \geq 0,95$; б) на расстоянии 28 см; а:б, м:н, о:р – $P \geq 0,999$; с:д, к:л – $P \geq 0,99$; е:ф, г:h – $P \geq 0,98$; и:j – $P \geq 0,95$

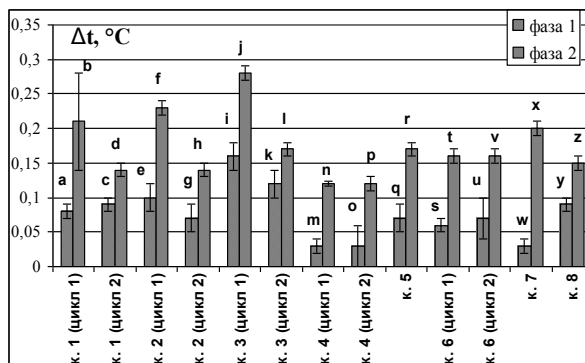


Рис. 3. Различия разностей влагалищных температур, измеренных на расстояниях 28 и 14 см, в фазы 1 и 2 ($M \pm m$): а:б; с:д, е:ф, г:h, и:j, к:л, м:н, о:р, q:r, s:t, u:v, w:x, y:z ($P \geq 0,999$)

Выводы

На основании результатов исследований можно сделать следующие выводы:

1. Применение дифференциальной термометрии позволяет повысить достоверность оценки температурных изменений в теле теплокровных.

2. При использовании разности температур, измеренных в полости влагалища на расстояниях 28 и 14 см от вульвы в одно и то же время, установлено достоверное различие фолликулярной и лютеальной фаз у коров ($P \geq 0,999$).

Литература

1. Слоним А.Д. Животная теплота и ее регуляция в организме млекопитающих / Слоним А.Д. – Москва – Ленинград: Изд-во Академии Наук СССР, 1952, – 328 с.
2. Circadian and Ultradian Temperature Rhythms of Lactating Dairy Cows / [Bitman J., Lefcourt A., Wood D. L., Stroud B.]. – J. Dairy Sci. – No. 67(5), 1984. – P. 1014–1023.
3. Иванов К.П. Основы энергетики организма: Теоретические и практические аспекты. / Ленинград: Наука, 1990.
4. Том 1: Общая энергетика, теплообмен и терморегуляция. – 1990. – 307 с.
5. Геращенко О.А. Тепловые и температурные измерения: Справочное руководство / О.А. Геращенко, В.Г. Федоров. – К.: Наукова думка, 1965. – 304 с.
6. Piccione G. Daily and estrous rhythmicity of body temperature in domestic cattle / Piccione G., Caola G. and Refinetti R. // BMC Physiol. – Vol. 3, No. 7. – 2003. – 8 p. – Режим доступа до журн. : <http://www.biomedcentral.com/1472-6793/3/7>.
7. Detection of Estrus by Radiotelemetric Monitoring of Vaginal and Ear Skin Temperature and Pedometer Measurements of Activity / K. D. Redden, A. D. Kennedy, J. R. Ingalls and T. L. Gilson // J. Dairy Sci. – Vol. 76, No. 3. – 1993. – P. 713–721.
8. Саминіна М.Г. Аналіз змін вагінальної температури у корів для виявлення стадії еструсу // Науково-технічний бюлетень, №99. / ІТ УААН. – Харків, 2009. – С. 36–42.
9. Kyle B.L. Measurement of vaginal temperature by radiotelemetry for the prediction of estrus in beef cows / Kyle B.L., Kennedy A.D., Small J.A. – Theriogenology. – Vol. 49, No. 8. – 1998. – P. 1437–1449.
10. Смирнова Е.И. Температурная реакция как показатель времени овуляции у коров // Доклады ВАСХНИЛ. – Москва, 1953. – Вып. 8. – С. 44–48.
11. Evaluation of a new approach for the estimation of the time of the LH surge in dairy cows using vaginal temperature and electrodeless conductivity measurements / [Fisher A.D., Morton R., Dempsey J.M., et al.] // Theriogenology. – 2008. – Vol. 70, No. 7. – P. 1065–1074.
12. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие для ВУЗов. – [3-е изд., испр. и доп.]. – Москва: Наука, 1990.
13. Т. II: Термодинамика и молекулярная физика. – 1990. – 592 с.
14. Бугров А. Д. Выявление и выборка коров и телок в охоте: [Методические рекомендации] / А. Д. Бугров, А. В. Медведовский, А. В. Субота. – Х. : Институт животноводства УААН, 2005. – 47 с.
15. Пат. кор. мод. №37243, МПК⁶ G01K 7/16, 7/22. Спосіб вимірювання малих змін температури / Саминіна М. Г.; заяв. і патенто власник Саминіна М. Г. – u200806378; заявл. 13.05.08; опубл. 25.11.08, Бюл. №22.
16. Novel IC Thermometer Placed in the Uterotubal Junction to Measure Bovine Uterine Temperature. Technical Note / [N. Roa, Shunichi Kamimura, Hideto Kurataki, et al.]. – Revista Científica. – Vol. XVI, № 4. – 2006. – P. 401–405.
17. Hunter R.H.F. Temperature gradients in female reproductive tissues and their potential significance / Hunter R.H.F. – Anim. Reprod. – v.6, n.1. – 2009. – P. 7–15.