

С. К. КАРАПЕТЯН, Р. А. АРУТЮНЯН

СУТОЧНЫЙ РИТМ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ПТИЦЫ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СРЕДЫ

Как известно, млекопитающие и птицы, в отличие от рептилий, амфибий и рыб, относятся к животным с постоянной температурой тела (гомоеотермным).

Температура их тела относительно постоянна, что связано с наличием у них высокоразвитого механизма терморегуляции. Постоянная температура тела у этих животных поддерживается благодаря регуляции теплопродукции (химическая терморегуляция) и теплоотдачи (физическая терморегуляция). Вопрос о влиянии высоких и низких температур внешней среды на теплопродукцию и теплоотдачу изучен недостаточно. В последнее время появилось несколько работ [1, 2, 4, 6, 7, 10, 14 и др.], но наиболее изучены вопросы о длительном влиянии высоких и низких температур среды на химическую терморегуляцию.

Целым рядом исследований как отечественных, так и зарубежных авторов установлено, что под влиянием низких температур химическая терморегуляция становится более интенсивной, а под влиянием высоких — интенсивность снижается. Н. И. Калабухов [3], А. Д. Слоним [7], Л. А. Исаакян [2] и др. показали, что у мелких млекопитающих — крыс, песцов, лисиц, кроликов, кошек температура может изменяться на 1,0—1,5°C при колебании от 5 до 40°C температуры среды. Эти авторы одновременно показали, что уровень температуры среды, при которой наблюдается наиболее низкая или высокая теплопродукция для различных видов животных различна. Это зависит от места обитания, образа жизни, питания, двигательной активности и т. д. Так, например, у птиц этот интервал колеблется в пределах от —10 до 15°C, тогда как у лисиц от 10° до 25—35°C, а у обезьян от 10—20°C.

Обмен веществ и терморегуляция имеют циклический характер. Эти циклы (суточные или сезонные) вызываются указанными условиями внешней среды. Ряд авторов занимался исследованием сезонных изменений этих физиологических функций.

О. П. Щербакова [14] установила, что двигательная активность у обезьян зависит от сезона года. В зимнее время она заметно снижена по сравнению с весенним и летним периодами. В исследованиях, проведенных Л. А. Исаакяном [2], было показано, что у лисиц газообмен повышается весной и понижается осенью.

Ряд зарубежных авторов, как например Риддель, Смит и Бенедикт [16] также показал, что у голубей химическая терморегуляция весной повышается, а осенью — понижается. Эти изменения в значительной

степени зависят от активации эндокринных, в частности половых желез птиц. Установлено, что обмен веществ у собак имеет два максимума (весной и осенью) и два минимума (летом и зимой), что видимо в значительной степени обусловлено уровнем активности половых и других эндокринных желез.

Одновременно с изучением сезонных колебаний обмена веществ и терморегуляции, много внимания уделялось исследованию суточной периодичности изменения температуры тела животных. Этой проблеме посвящена большая литература (О. П. Щербакова [14], А. Д. Слоним [6, 8, 9], К. Б. Свечин [12], Н. И. Калабухов [3], А. Г. Панугаева [5], В. Е. Флинт [13], Гольдсмит и Словен [17] и др.). Было установлено, что суточная температура тела и ее колебание зависит также от образа жизни животных, их двигательной активности и некоторых других факторов. Температура тела повышается в период, когда метаболические процессы усилены, а ее падение имет в своей основе понижение интенсивности этих процессов. Наконец, на эту функцию влияют условия питания и температурный режим окружающей среды. У животных, которые ведут дневной образ жизни, температура бывает высокой днем и пониженной ночью. В лаборатории А. Д. Слонима было показано, что у обезьян-макак обмен веществ и температура тела повышается днем и уменьшается в ночные часы.

Опыты М. Р. Майзелиса и С. О. Руттенбурга [15] на серых и черных крысах показали, что у серой крысы несколько повышенный уровень обмена и температуры тела появляется в дневные часы (от 8 до 12 ч.), а понижение обмена бывает в ночные часы (от 16 до 24 ч.). У животных, которые ведут ночной образ жизни (черные крысы, летучие мыши и др.), уровень обмена веществ и температуры тела поднимается в ночные часы. Опыты тех же авторов на черных крысах показали, что у этих животных температура тела повышается в вечерние часы (от 20 до 24 ч.), затем к 4 часам снижается и держится на этом уровне все дневные и ранние вечерние часы. Опыты на летучих мышах показали, что у них температура тела повышается в вечерние часы весенних, летних и ранне-осенних месяцев, т. е. в те часы, когда основное стадо летучих мышей вылетает из пещер на охоту. Незадолго до вылета они собираются по группам (стадный рефлекс) и с этого момента у них начинается повышаться температура тела.

Опыты, поставленные на с/х. животных (коров, свиней, овец), показали, что у лактирующих коров джерсейской породы обмен веществ и теплопродукция повышаются при температуре среды 10—15°C, и наоборот, понижаются, когда температура среды достигает 26,7°C: для швицкой породы—29,4°C. В работах Хайтман и Хуге [19], Хайтман, Хуге и Келли [20] указывается, что у свиней, весом от 31,8 до 65,3 кг, теплопродукция изменяется при температуре внешней среды 23,9°C, а у свиней, весом от 75,3 до 90,7 кг — примерно при температуре 15,6°C. Эти данные показывают, что уровень теплопродукции у с. х. животных зависит также от их веса и упитанности.

Сравнительно мало изучен суточный ритм температуры тела домашней птицы, в частности у кур. Некоторые авторы, как, например, Симпсон и Гальбрайт [18], считают, что суточный ритм температуры тела у домашних птиц не зависит от температуры внешней среды и что он обусловлен моторной активностью животного и интенсивностью обмена веществ (особенно у животных, имеющих высокий уровень метаболизма). Теми же авторами было показано, что у птиц, ведущих дневной образ жизни, в течение суток температура поднимается до максимума в промежутках между 13 и 16 ч. и начинает понижаться, начиная от 22 до 4 ч. ночи. В противоположность курам, у сов, ведущих ночной образ жизни, температура тела поднимается в ночные часы, т. е. в то время, когда температура внешней среды бывает наиболее низкой и доходит до максимума, начиная от 19 до 4 ч. ночи (кульминационная точка достигается к 4 часам утра), а минимум температуры тела бывает в промежутках от 10 до 16 ч. дня. Почти такие же результаты были получены в опытах Болдуина и Кендейя (цитируется по [21]) на курах, которые указывают, что понижение температуры тела у кур начинается одновременно с понижением их двигательной активности и примерно за час до того, как зоб освобождается от пищи.

Из приведенных данных видно, что ведущая роль в суточной терморегуляции у птиц приписывается не температурным условиям внешней среды, а их моторной (двигательной) активности и интенсивности обмена веществ. В этой связи возникает ряд вопросов, требующих дальнейших исследований: 1) каков предел температуры внешней среды, при котором наступают изменения уровня температуры тела у птиц, ведущих дневной образ жизни, в частности у кур; 2) в какие часы суток температура тела этих птиц достигает своего максимума и минимума в зависимости от амплитуды колебания температуры наружного воздуха; 3) какова роль в процессе терморегуляции двигательной активности и температуры среды.

Изучению этих вопросов и было посвящено настоящее исследование. Опыты ставились на экспериментальной базе сектора физиологии сельскохозяйственных животных Института физиологии им. акад. Л. А. Орбели АН АрмССР.

Экспериментальная часть

Материал и методика опыта. Материалом для опытов служили русские белые куры. В опытах использовано 17 кур, которых делили на две группы. Одна из них содержалась в батерейных клетках, другая — на выгуле. Выгульные куры в свою очередь были разделены на две подгруппы. I подгруппа содержалась в выгульных условиях в том птичнике, где одновременно содержались клеточные куры, II подгруппа содержалась в птичнике легкого типа, где минимальная (ночная) температура была ниже, чем в первом птичнике. В каждой группе находились по 4 кур.

Опыты охватили все сезоны года.

Термометрирование проводилось Per-rectum. Одновременно в этот же момент регистрировалась температура в помещении и на дворе. Термометрирование проводилось круглосуточно, 6—7 раз в сутки с промежутками в 2—3 ч. Всего было проведено 32 опыта.

Результаты исследований. Опыты, поставленные на выгульных курах, показали, что в течение суток терморегуляция у них сильно колеблется. Температура тела достигает своего максимума в промежутке от 12 ч. 30 м. до 16 ч. 30 м. и колеблется в пределах от 41,6 до 42,6° С. До минимума она спускается с 20 ч. 30 мин. до 1 ч. 30 мин. ночью и колеблется начиная с 40,4 до 41,6°С (рис. 1). Колебания температуры тела

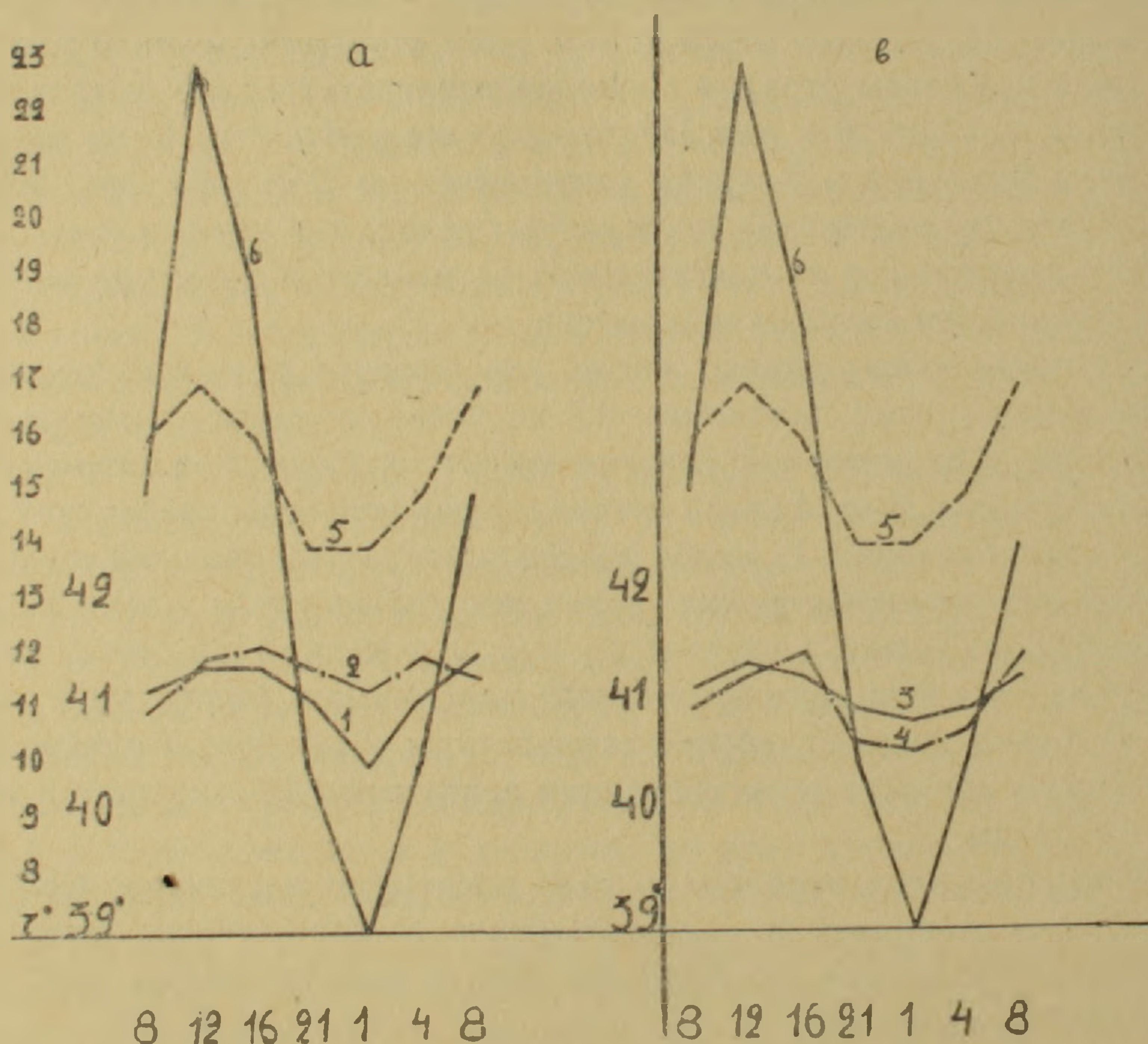


Рис. 1. На оси абсцисс показана температура внешней среды (первый столбец) и тела птиц (второй столбец), а на оси ординат — время термометрирования.

У с л о в н ы е з н а к и:

- | | |
|------------------------------------|-------------------|
| а. выгульные куры | в. клеточные куры |
| 1. Температура тела курицы № 8996. | |
| 2. № 8997. | |
| 3. № 8147. | |
| 4. № 8158. | |
| 5. Температура внутри птичника. | |
| 6. наружного воздуха. | |

происходили при 8°С минимальной и 29° максимальной комнатной и —5° минимальной и 32°С максимальной температуры наружного возду-

ха. Опыты, поставленные на курах, содержащихся в индивидуальных клетках той же комнаты, дали почти такие же результаты при аналогичных температурных условиях среды (табл. 1).

Таблица 1

Изменение температуры тела у птиц в зависимости от степени их двигательной активности

Тип содержания	№№ кур	Температура тела		Разница в средней т-ре	Температура тела		Разница в средней т-ре	Температура птичника		Температура на дворе		Дата опыта
		миним.	средн.		максим.	средн.		миним.	максим.	миним.	максим.	
Клеточный	3089	41,0	41,2	—	41,6	41,9	—	21,5	24,0	15,0	24,5	9/VII—58
	7275	41,5			42,2							
Выгульный	7480	40,9	41,2	—	41,7	41,9	—	21,5	24,0	15,0	24,5	
	7481	41,6			42,0							
Клеточный	3089	41,1	40,9	—	41,8	41,7	—	23,0	27,0	16,5	28,0	18/VIII—58
	7275	40,7			41,5							
Выгульный	7480	40,9	40,9	—	41,5	41,7	—	23,0	27,0	16,5	28,0	
	7481	41,0			41,8							
Клеточный	3089	40,9	41,0	—	41,8	41,8	—	17,0	20,0	6,0	17,0	24/X—58
	7275	41,2			41,8							
Выгульный	7480	41,0	41,0	—	41,7	41,8	—	17,0	19,5	6,0	17,0	
	7481	41,0			42,0							
Клеточный	3089	41,0	41,1	—	42,0	42,0	0,1	16,5	17,0	—3,0	5,0	25/XI—58
	7275	41,2			42,0							
Выгульный	7480	40,8	41,1	—	42,1	42,1	—	16,0	17,0	—3,0	6,0	
	7481	41,3			42,1							
Клеточный	3089	41,2	41,0	0,1	42,1	41,9	—	9,0	19,0	—5,0	1,0	25/II—59
	7275	40,7			41,6							
Выгульный	7480	40,8	41,1	—	41,9	41,9	—	9,0	19,0	—5,0	1,0	
	7481	41,4			41,9							
Клеточный	8147	40,9	40,6	—	41,5	41,4	0,1	14,0	18,0	9,0	20,0	2/VI—59
	8158	40,3			41,2							
Выгульный	8996	40,7	40,6	—	41,4	41,5	—	14,0	18,0	9,0	20,0	
	8997	40,5			41,5							

Эти данные показывают, что ведущая роль в изменении амплитуды температуры тела принадлежит не двигательной активности, а уровню температуры среды, поскольку куры, находящиеся в клеточных условиях с сильно ограниченной двигательной активностью, по показателям колебаний температуры тела не отличались от выгульных кур, которые пользовались свободным движением.

Опыты, поставленные на выгульных курах с различной температурой помещения, вновь подтвердили, что температура тела у кур при одинаковой двигательной активности ниже у тех птиц, которые содержатся

при сравнительно низкой температуре и выше у тех, которые содержатся в условиях повышенной температуры. Подробные данные приводятся в табл. 2. Таким образом, температура тела у кур обуславливается главным образом не двигательной активностью, как отмечают Симпсон и Гальбрайт, а температурой среды.

Таблица 2

Влияние температуры помещения на температуру тела у птиц при одинаковых условиях двигательной активности (выгульное содержание)

Температурные условия содержания	№№ кур	Температура тела		Разница в средней т-ре	Температура тела		Разница в средней т-ре	Температура птичника		Температура на дворе		Дата опыта
		миним.	средн.		максим.	средн.		миним.	максим.	миним.	максим.	
С повышенной температурой	7480	41,3	41,4	0,6	41,9	42,0	0,2	22,0	28,0	12,0	27,0	2/IX—58
	7481	41,6			42,1							
С низкой температурой	3085	40,9	40,8	0,2	42,4	42,2	0,5	14,0	32,0	12,0	27,0	25/XI—58
	6965	40,7			42,0							
С повышенной температурой	7480	40,8	41,1	0,2	42,3	42,2	0,5	16,0	17,0	—2,0	5,0	25/XI—58
	7481	41,3			42,1							
С низкой температурой	3085	40,8	40,9	0,2	41,7	41,7	0,2	10,0	13,0	—2,0	5,0	11/II—59
	6965	41,0			41,6							
С повышенной температурой	7480	40,5	41,0	0,2	42,0	42,1	0,2	8,0	16,0	—6,0	1,0	11/II—59
	7481	41,5			42,2							
С низкой температурой	4101	40,7	40,8	0,4	41,9	41,9	0,1	—3,5	2,0	—6,0	3,0	25/II—59
	7497	41,0			42,0							
С повышенной температурой	7480	40,8	41,1	0,4	41,9	41,9	0,1	9,0	19,0	—5,0	1,0	25/II—59
	7481	41,4			41,9							
С низкой температурой	4101	40,2	40,7	0,5	42,1	42,0	0,2	—2,0	2,0	—5,0	1,0	25/IV—59
	7497	41,2			41,9							
С повышенной температурой	8996	41,3	41,3	0,5	41,8	41,7	0,2	11,0	18,0	6,0	18,0	25/IV—59
	8997	41,4			41,7							
С низкой температурой	8904	40,8	40,8	0,1	42,8	41,9	0,6	9,0	20,0	6,0	18,0	18/VIII—59
	8937	40,7			41,0							
С повышенной температурой	7480	40,9	40,9	0,1	41,6	41,7	0,6	23,0	27,0	18,0	27,0	18/VIII—59
	7481	41,0			41,8							
С низкой температурой	3085	40,8	40,8	0,1	42,2	42,3	0,6	18,5	32,5	18,0	27,0	18/VIII—59
	7500	40,8			42,4							

Приведенные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Температура тела у кур находится в зависимости от температуры окружающего воздуха: при температуре среды в пределах от 28 до 35,5°C температура колеблется в пределах от 41,5 до 42,3°C. С понижением температуры окружающего воздуха от 22 до 9°C температура тела у них снижается до 40,6°C, т. е. на 0,9° в среднем.

2. Ограничение двигательной активности птицы не приводит к сколько-нибудь заметному снижению температуры их тела. Температура тела у кур, содержащихся в индивидуальных клетках (с резко ограниченным движением), не отличается от температуры тела кур, содержащихся в вольерах с практически неограниченным движением.

3. Температура тела у кур достигает своего максимума в промежутке от 12,30 ч. до 16,30 ч. дня и колеблется в пределах от 41,6 до 42,6°С. До минимума она спускается с 20,30 ч. до 1,30 ночью и колеблется в пределах от 40,4 до 41,6°С.

Институт физиологии

АН АрмССР

Поступило 8.V 1962 г.

Ս. Կ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ռ. Ա. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ԹԹՉՈՒՆՆԵՐԻ ՕՐԳԱՆԻԶՄԻ ԶԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ՕՐՎԱ ՈՒԹՄԻ ԿԱԵՈՒՄԸ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ԶԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻՑ

Ա մ փ ո փ ու մ

Մի շարք հետազոտություններից [1, 3, 6, 7, 8, 9, 17 և այլն] պարզված է, որ օրգանիզմում կատարվող նյութափոխանակությունը և ջերմականոնավորումը ունեն ցիկլային բնույթ (միօրյա և սեզոնային), և որ օրգանիզմի օրվա ջերմաստիճանի տատանումները կախված են կենդանու կենսաձևից և միջավայրի ջերմաստիճանից: Եթե օրգանիզմի ջերմականոնավորման հատկությունները և ջերմաստիճանի օրվա ութմը լավ են ուսումնասիրված կաթնասունների մոտ, ապա այդ չի կարելի ասել թռչունների նկատմամբ:

Սիմպսոնը և Գալլերայտը [18] նշում են, որ թռչունների օրգանիզմի ջերմաստիճանի օրվա ութմի տատանումները կախված են կենդանու շարժողական ակտիվությունից և ոչ թե միջավայրի ջերմաստիճանից: Գրեթե նույն կարծիքին են նաև Բոլդունինը և Կենդեյը [21]: Այսպիսով, ցիտված հեղինակները օրգանիզմի ջերմականոնավորմանը նպաստող արտաքին ազդակներից կարևորը համարում են շարժողական ակտիվությունը և նվազեցնում միջավայրի ջերմաստիճանի դերը: Այս կապակցությամբ ծագում են մի շարք հարցեր հետազոտումնասիրության համար՝

1. Ո՞րն է միջավայրի ջերմաստիճանի և շարժողական ակտիվության դերը օրգանիզմի ջերմականոնավորման պրոցեսում:

2. Ո՞րն է արտաքին միջավայրի ջերմաստիճանի տատանումների այն սահմանը, որի դեպքում փոխվում է թռչունների օրգանիզմի ջերմաստիճանի մակարդակը:

3. Օրվա ո՞ր ժամերին է օրգանիզմի ջերմաստիճանը հասնում իր մաքսիմումին և մինիմումին, կախված միջավայրի ջերմաստիճանի տատանումներից:

Այս հարցերի պարզարանմանն է նվիրված հեղինակների ներկա ուսումնասիրությունը, որը թույլ են տալիս հանգելու հետևյալ եզրակացություններին՝

1. Հավերի օրգանիզմի ջերմաստիճանի օրվա տատանումները կախված են միջավայրի ջերմաստիճանի տատանումներից. միջավայրի ջերմությունը

28°C-ից մինչև 35,5°C-ի բարձրանալու դեպքում, օրգանիզմի ջերմությունը բարձրանում է 41,5°C-ից մինչև 42,3°C-ի, իսկ միջավայրի ջերմությունը 22°C-ից մինչև 9°C-ի իջնելու դեպքում օրգանիզմի ջերմությունը իջնում է 41,5°C-ից մինչև 40,6°C-ի:

2. Թռչունների շարժողական ակտիվության սահմանափակումները առաջ չեն բերում օրգանիզմի ջերմաստիճանի ակնհայտ իջեցում: Անհատական վանդակներում (խիստ սահմանափակ շարժողականությամբ) գտնվող հավերի օրգանիզմի ջերմաստիճանը գրեթե չի տարբերվում վերոսաբաղված գտնվող թռչունների օրգանիզմի ջերմաստիճանից (աղ. 1): Միևնույն շարժողական ակտիվության, բայց միջավայրի տարբեր ջերմաստիճանի պայմաններում գտնվող հավերի վրա դրված փորձերը ցույց տվեցին, որ միջավայրի ջերմաստիճանն իջնելու դեպքում իջնում է նաև օրգանիզմի ջերմաստիճանը, իսկ նրա բարձրացման դեպքում օրինաչափորեն բարձրանում է օրգանիզմի ջերմաստիճանը (աղ. 2):

3. Օրգանիզմի ջերմաստիճանը իր մաքսիմումին հասնում է ժամը 12,30-ից մինչև 16,30-ի սահմաններում և տատանվում է 41,6°C-ից մինչև 42,6°C-ի միջև ու իջնում է իր մինիմումին, սկսած ժամը 20,30-ից մինչև 1,30-ի սահմաններում և տատանվում է 40,4°C-ից մինչև 41,6°C-ի միջև:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Вайнберг И. С. Роль нервной системы в терморегуляции. М. 1946.
2. Исаакян Л. А. Физиологический журнал СССР, т. X, 1, 2, 1955.
3. Калабухов Н. И. Журн. Успехи современной биологии, т. XII, вып. I, 1940.
4. Ольянская Р. П., Слоним А. Д. Изв. АН СССР, серия биологическая, 2, 1947.
5. Панугаева А. Г. Сб. Опыт изучения периодических изменений физиологической функции в организме. Под ред. акад. Быкова, 1949.
6. Слоним А. Д. Животная теплота и ее регуляция в организме млекопитающих. Изд-во АН СССР, 1952.
7. Слоним А. Д. Физиологический журнал СССР, 25, 1938.
8. Слоним А. Д. Изв. АН СССР, серия биологическая, 3, 1945.
9. Слоним А. Д. Сб. Опыт изучения регуляции физиологических функций, вып. 2, Изд-во АН СССР, М.-Л., 1953.
10. Слоним А. Д. Бузаевская Р. Я. Физиологический журнал СССР, т. 28, вып. 2—3, 1940.
11. Слоним А. Д. Сб. работ Сухумской биостанции, т. I, 1949.
12. Свечин К. Б. Физиологический журнал СССР, т. 38, 1952.
13. Флинт В. Е. Журн. Природа, 4, 1955.
14. Щербакова О. П. Тр. Сухумск. ст. АМН СССР, I, 1949.
15. Майзелис М. Р. и Руттенбург С. О. Сб. Опыт изучения периодических изменений физиол. функций в орг. Изд. АМН СССР, 1949.
16. Riddle D. C., Smith C. and Benedict. Amer. Journ. of physiology 107; 1934.
17. Goldsmith R., Sloven W. J. L. J. Physiology 157, 2, 1961.
18. Simpson S., Galbraith I. I. J. Physiology 33; 1905.
19. Heitman H. and Hughes E. H. J. Anim Sci, 8, 171, 1949.
20. Heitman H., Hughes E. H. and Kelly C. F. J. Anim Sci, 10, 907, 1951.
21. Новое в физиологии домашних животных, том I, 1958.