

УДК 57.034:591.5

## ФЕНОМЕН СИНХРОННОГО ПРИЕМА ПИЩИ У ОБЫКНОВЕННЫХ СКВОРЦОВ (*Sturnus vulgaris*) В УСЛОВИЯХ ИЗОЛЯЦИИ ДРУГ ОТ ДРУГА

© 2020 г. М. Е. Диатропов<sup>1,\*</sup>, М. В. Рутовская<sup>1</sup>, член-корреспондент РАН А. В. Суров<sup>1</sup>

Поступило 20.02.2020 г.

После доработки 28.02.2020 г.

Принято к публикации 01.03.2020 г.

По динамике температуры тела определяли синхронность приема пищи у скворцов, находящихся на расстоянии до 105 км друг от друга. Птицам внутрибрюшинно вживляли термонакопители и предоставляли свободный доступ к корму, либо содержали в условиях пищевой депривации. Установлено, что у птиц, даже разделенных значительным расстоянием, моменты приема пищи достоверно чаще совпадают с точностью до минуты. Расхождение во времени восхода солнца в несколько минут, а также условия постоянного освещения не влияли на синхронность в приеме корма. На основании полученных данных можно предполагать существование некоего внешнего фактора, вероятно, электромагнитной природы, который синхронизирует функциональную активность организма, в том числе прием пищи.

**Ключевые слова:** ультрадианные ритмы, температура тела, синхронизаторы, птицы

**DOI:** 10.31857/S2686738920030038

В настоящее время установлены факты синхронизации ультрадианных (внутрисуточных) биологических ритмов на разных уровнях организации живых систем: молекулярном [1, 2], клеточном [3, 4], организменном [5, 6], популяционном [7]. Выявлены внутренние гуморальные факторы, определяющие синхронизацию функционирования отдельных клеток в диапазоне периодов 20–100 мин [4], а также центральный дофаминергический осциллятор, формирующий у грызунов примерно четырехчасовые ритмы активность/покой [5, 6]. В отдельных работах высказывается предположение о существовании внешних синхронизаторов ультрадианных биоритмов, отличных от режима свет/темнота [8, 9]. В роли таких факторов могут выступать квазиритмические колебания магнитного поля Земли [9].

Для оценки ритмической деятельности организма динамика температуры тела является доступным и информативным интегративным показателем, т.к. она отражает целый ряд физиологических факторов: сон/бодрствование, двигательная активность, тонус симпатической нервной системы, концентрацию гормонов, биологические ритмы и др. [10]. Внутрибрюшинная

температура тела также может определяться ритмичностью приема пищи: процесс пищеварения приводит к увеличению температуры, тогда как большая порция холодного корма может охладить околожелудочную область.

Цель — выявить наличие синхронизации моментов приема пищи у скворцов, находящихся в изоляции друг от друга.

Исследование проведено на двух взрослых самках и двух самках обыкновенного скворца (*Sturnus vulgaris*), отловленных в конце мая 2019 г. в Спасском районе Рязанской области. Птиц содержали в индивидуальных клетках (60 × 40 × 40 см), прикрытых белой легкой тканью. Клетки располагались в неотапливаемых нежилых помещениях. В качестве корма использовали сырой корм “Whiskas”. Замену корма и воды проводили ежедневно в период покоя птиц.

Птицы были разделены на две группы по одному самцу и одной самке в каждой. Первая группа всегда находилась в г. Москва при естественных условиях освещения. Схема передвижения другой группы представлена в табл. 1. Для эксперимента с постоянным искусственным освещением использовали источники цветовой температуры (4200 К с интенсивностью 650–700 лк). В ноябре поставили также эксперимент с пищевой депривацией: в отдельные дни одна или обе группы не получали корм. За 10 дней птиц лишали корма не больше трех раз.

<sup>1</sup> ФГБУН “Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН”, Москва, Россия

\*e-mail: diatrom@inbox.ru

**Таблица 1.** Перемещения второй группы скворцов

Пункты наблюдения	Даты пребывания, 2019 г.	Режим освещения	Расстояние между пунктами
г. Москва	6.09–19.09	Естественный	2 км
г. Москва	20.09–3.10	Постоянное освещение	2 км
г. Черноголовка	4.10–8.11	Естественный	60 км
пос. Беливо	9.11–27.12	Естественный	105 км

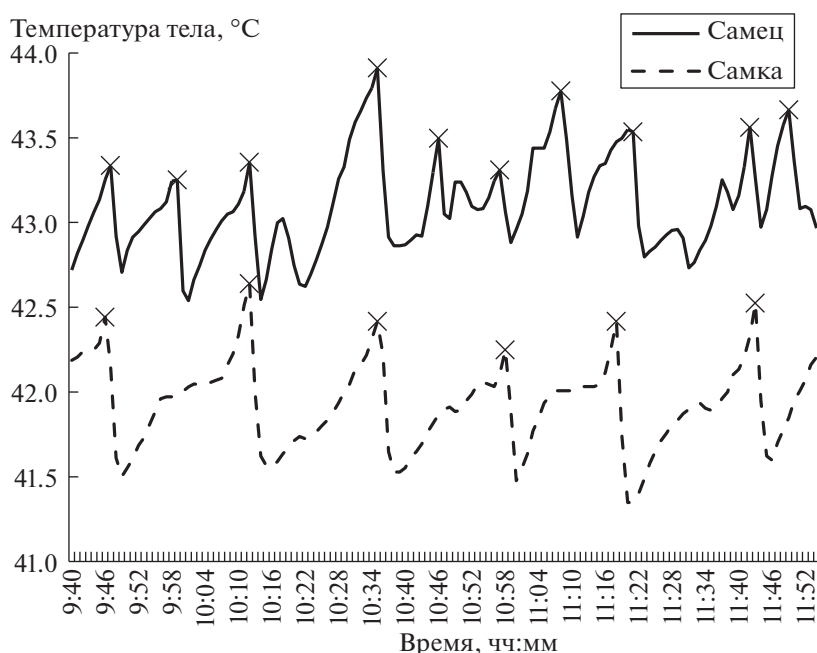
Для измерения температуры птицам за 10 дней до начала экспериментов под наркозом (золетил, внутримышечно в дозе 5 мг/кг) внутривентриально вживили термонакопители ДТН4-28 (“ЭМБИ РЕСЕРЧ”, Новосибирск) запрограммированные на запись температуры с частотой 1 мин.

Процедура эксперимента одобрена комиссией по биоэтике ИПЭЭ РАН протокол № 14 от 15.01.2018.

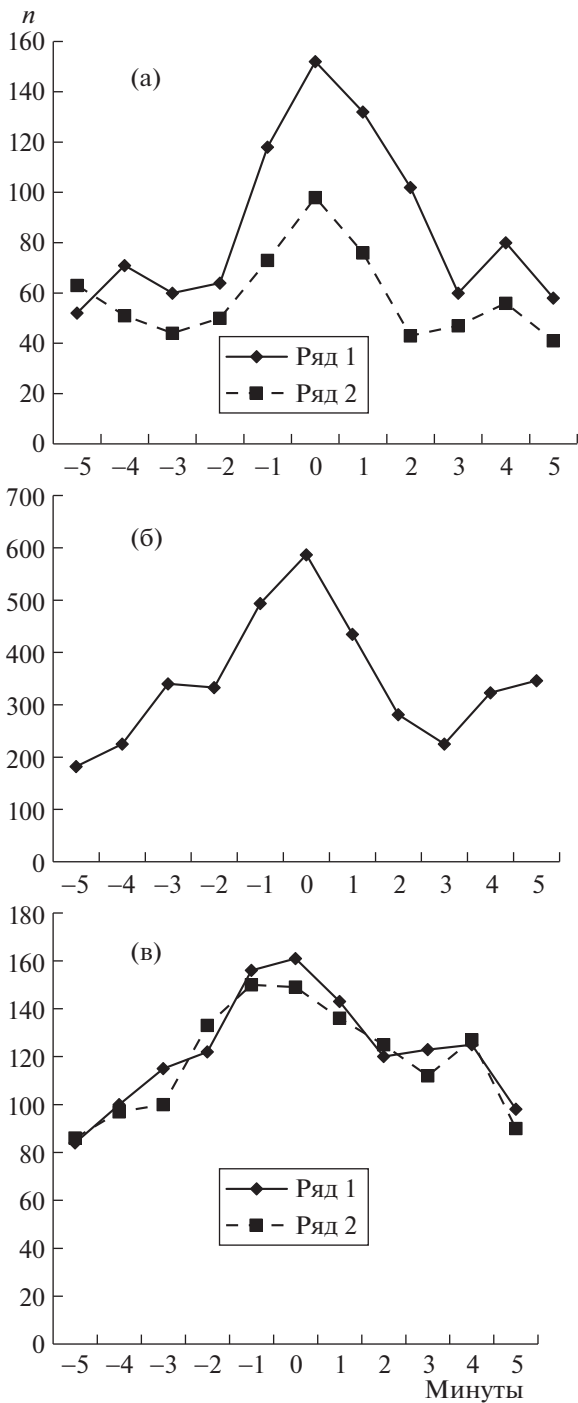
Выявление периодов в динамике температуры тела и колебаний геомагнитного поля проводили методом быстрого преобразования Фурье. Статистическая значимость различий частоты совпадений моментов приема пищи по сравнению со средним уровнем оценивали по  $z$ -тесту для оценки двух выборочных долей (SigmaStat) при  $p < 0.05$ .

На рис. 1 представлен фрагмент записи дневной температуры тела двух скворцов, живущих в одном помещении. Температурная кривая имеет “пилообразный” характер. Мы сопоставили визуальные наблюдения моментов приема пищи с

температурными данными. Видно, что за 5–10 мин до приема пищи температура тела начинает подниматься, достигая максимума в момент приема пищи и затем резко (за 1 мин) снижается. При первых же наблюдениях стало очевидным, что в одном помещении многие моменты приема пищи совпадают. Это оправдано стайным поведением скворцов и необходимостью согласованности действий между членами одной стаи. Однако и в условиях изоляции (2 км) две группы птиц также проявляли синхронность в приеме пищи. На рис. 2а (ряд 1) представлено распределение методом наложенных эпох числа эпизодов приема пищи одной группы птиц относительно этих событий у другой группы. Совпадение с точностью до минуты выявлено в 152 эпизодах, что статистически значимо отличается ( $p < 0.001$ ,  $z = 4.92$ ) от среднего уровня (80 случаев). Синхронность моментов приема пищи была выявлена и между группами (рис. 2а, ряд 2), содержащимися при естественном и постоянном освещении ( $p = 0.001$ ,  $z = 3.22$ ). В то же время



**Рис. 1.** Динамика температуры тела двух скворцов, находящихся в непосредственной близости друг от друга. Крестиками обозначены моменты приема пищи, зарегистрированные визуальным наблюдением.



**Рис. 2.** Распределение методом наложенных эпох отклонений во времени приема пищи одной группы скворцов относительно моментов приема пищи другой, изолированной от первой группы. а – На расстоянии 2 км в г. Москва при естественном (ряд 1) и постоянном освещении (ряд 2). б – На расстоянии 60 км в г. Москва и г. Черноголовка. в – На расстоянии 105 км в г. Москва и пос. Беливо: ряд 1 – за период с 2 по 15 декабря, ряд 2 – за период с 16 по 27 декабря 2019 г. n – число случаев.

циркадианный ритм у птиц в условиях постоянного освещения имел характер “свободнотекущего” с периодом около 23 ч, и время начала активности ежедневно смещалось примерно на 1 ч.

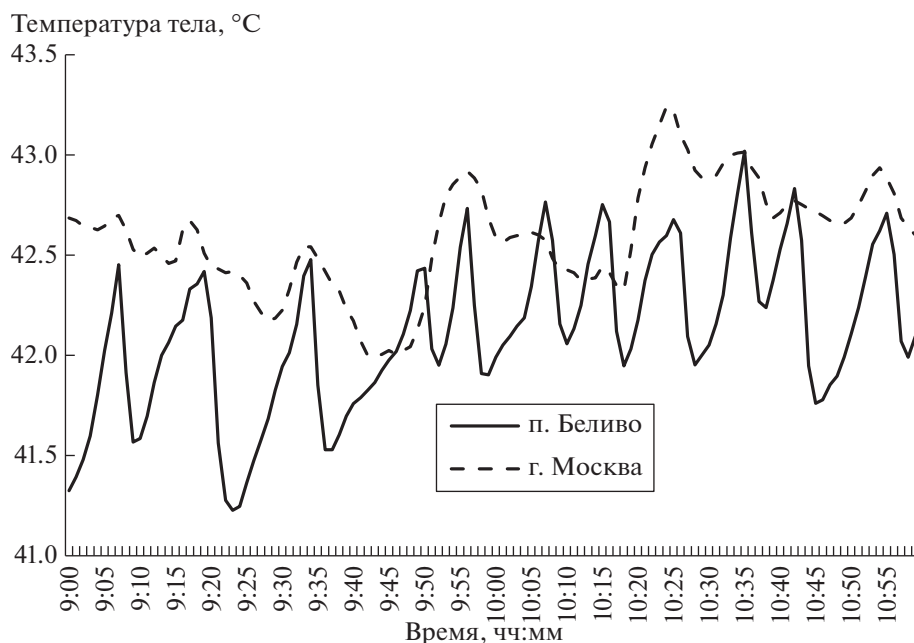
Анализ синхронности приема пищи между скворцами, живущими в пунктах Москва и Черноголовка (около 60 км) также выявил выраженное совпадение этих моментов (рис. 2б). Совпадение с точностью до минуты выявлено в 587 эпизодах, что статистически значимо отличается от среднего уровня (331 случай) ( $p < 0.001$ ,  $z = 8.99$ ).

Распределение методом наложенных эпох числа эпизодов приема пищи группы птиц, живущих в г. Москве, относительно этих событий у группы, находящейся в пос. Беливо (в 105 км), также показало статистически значимые отличия в доле случаев синхронного приема пищи особей из разных групп, от среднего уровня (рис. 2в) ( $p < 0.001$ ,  $z = 5.78$ ).

Распределения, полученные за периоды 2–15 декабря и 16–27 декабря сходны, что также подтверждает неслучайный характер выявленной закономерности. Нужно отметить, что выраженность совпадения приемов пищи значительно выше при удаленности пунктов наблюдения в 2 и 60 км, чем при 105 км.

В проведенных нами исследованиях разница между пунктами наблюдения во времени восхода Солнца в 4 мин (Москва–Черноголовка) и 7 мин (Москва–п. Беливо), определяющая начало активности птиц не влияла на синхронность приема пищи. Выявленная закономерность наблюдается и в условиях постоянного освещения, когда циркадианный ритм птиц приобретает характер “свободно текущего” с периодом равным 22.8–23.5 ч.

Таким образом, через три месяца после разделения скворцов на две изолированные группы и на расстоянии до 100 км в долготном направлении у птиц наблюдается синхронность времени приема пищи. Мы не склонны рассматривать этот факт как сохранение связи между птицами посредством неизвестного механизма. Более вероятно существование внешнего синхронизатора ультрадианных биологических ритмов. В качестве такого фактора могут выступать колебания магнитного поля Земли. Проведенный нами спектральный анализ ежеминутных изменений динамики температуры тела скворцов и вертикальной составляющей магнитного поля Земли показал соответствие основных гармоник, равных: 10.1, 11.7–12.1, 13.1–13.5, 18.0–19.9, 25.0–26.3, 28.4, 39.4, 48.8, 73.1, 85.3–93.1 мин. Однако выявленные частоты характерны для гелиогеофизических процессов самой разной природы [11], что не позволяет без проведения дополнительных экспериментов утверждать, что колебания гео-



**Рис. 3.** Динамика температуры тела двух самцов скворца, находящихся на расстоянии 105 км друг от друга. Ряд 1 – п. Беливо со свободным доступом к корму, Ряд 2 – г. Москва в условиях пищевой депривации.

магнитного поля является искомым фактором синхронизации ультрадианных биоритмов.

При пищевой депривации динамика температуры тела у скворцов также имеет колебательный характер, но в отличие от “пилообразной” кривой принимает вид синусоидальных колебаний (рис. 3).

Следует отметить, что у двух птиц, находящихся в изоляции друг от друга кривые имеют однонаправленный характер ( $r = 0.47$ ,  $p < 0.0001$ ). Спектр колебаний температуры тела у скворцов в условиях пищевой депривации характеризуется тем же набором основных гармоник, что и при недостатке корма. Резкое повышение температуры тела непосредственно перед приемом пищи можно объяснить активизацией симпатической нервной системы, побуждающей птицу к действию. На основании этих двух фактов, можно предположить, что момент приема пищи определяется повышением температуры тела и в большей степени связан с ритмической активностью нервной системы, нежели пищеварительной.

#### ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках темы Государственного задания ИПЭЭ РАН “Экологические и эволюционные аспекты поведения и коммуникации животных” АААА-А18-118042690110-1.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Focke C.M.B., Iremonger K.J. // *Mol. Cell. Endocrinol.* 2020. 15. 501: 110652; <https://doi.org/10.1016/j.mce.2019.110652>
2. Mukhitov N., Adablah J.E., Roper M.G. // *Islets.* 2019; 11 (2): 21–32. <https://doi.org/10.1080/19382014.2019.1581544>
3. Антохин А.И., Жаркова Н.А., Захарченко А.В. // Бюлл. экпер. биол. и мед. 2011. Т. 152. № 10. С. 470–472.
4. Бродский В.Я. // *Биохимия.* 2014. Т. 79. № 6. С. 619–632.
5. Blum I.D., Zhu L., Moquin L., et al. // *Elife.* 2014. V. 3. <https://doi.org/10.7554/eLife.05105>
6. Bourguignon C., Storch K.F. // *Front Neurol.* 2017. V. 8: 614. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00614>
7. Ердаков Л.Н. // *Успехи современной биологии.* 2018. Т. 138. № 3. С. 312–320. <https://doi.org/10.7868/S0042132418030092>
8. Мартынюк В.С., Б.М. Владимирский, Темурьянц Н.А. // *Геофизические процессы и биосфера.* 2006. Т.5. № 1. С. 5–23.
9. Зенченко Т.А., Медведева А.А., Хорсева Н.И., Бреус Т.К. // *Геофизические процессы и биосфера.* 2013. Т. 12. № 4. С. 74–84.
10. Blessing W., Ootsuka Y. *Temperature (Austin).* 2016. V. 3. № 3. P. 371–383. <https://doi.org/10.1080/23328940.2016.1177159>
11. Панчелюга В.А., Панчелюга М.С. // *Биофизика.* 2015. Т. 60. Вып. 2. С. 395–410.

**THE PHENOMENON OF SYNCHRONOUS FOOD INTAKE  
IN STARLINGS (*Sturnus vulgaris*) IN ISOLATIV CONDITIONS  
FROM EACH OTHER**

**M. E. Diatropov<sup>a, #</sup>, M. V. Rutovskaya<sup>a</sup>, and Corresponding Member of the RAS A. V. Surov<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> *A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution Russian Academy of Science,  
Moscow, Russian Federation*

<sup>#</sup>*e-mail: diatrom@inbox.ru*

The dynamics of body temperature was used to determination of the food intake synchronization in starlings located at a distance of 105 km from each other. Thermal accumulators were intraperitoneal implanted to the birds. The birds had free access to food or they were housed in conditions of food deprivation. We found that in the separated by a considerable distance birds, the moments of food intake significantly more often coincide with an accuracy of up to a minute. The difference in time of sunrise at a few minutes, as well as the conditions of constant lighting weren't affecting the synchronism of food intake. Based on the obtained data, we can assume that there is an external factor, probably of an electromagnetic nature, which synchronizes the functional activity of the body, including food intake.

*Keywords:* ultradian rhythms, body temperature, synchronizers, birds