

УДК 591.1:599.742.7

DOI 10.26897/0021-342X-2017-5-74-88

ЭТОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ СРЕДЫ КОШАЧЬИХ

Г.И. БЛОХИН, Н.А. ВЕСЕЛОВА, А.А. СОЛОВЬЕВ

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

В настоящей работе представлены результаты исследования влияния различных способов обогащения среды на поведение и уровень стресса некоторых представителей семейства Кошачьи (Felidae) в искусственных условиях. Изучаемыми показателями были динамика основных форм активности животных (в том числе патологической) и уровень производных кортизола в экскрементах, определяемый методом иммуноферментного анализа (ИФА). Исследования проводили в Московском и Ленинградском зоопарках, а также в Зоопитомнике по разведению редких и исчезающих видов животных.

Биохимические исследования проводили в лаборатории биохимии Отдела научных исследований Московского зоопарка и в лаборатории кафедры генетики, биотехнологий, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. В эксперименте участвовали взрослые особи семи представителей семейства кошачьих – африканские львы, амурские и бенгальские тигры, дальневосточные леопарды, ягуары, ирбисы, гепарды и евразийские рыси. Были получены результаты, отражающие изменения частоты проявления различных форм естественной и патологической активности исследуемых животных в зависимости от применяемого способа обогащения среды (предметного, кормового и ольфакторного), а также выявлена взаимосвязь динамики активности и уровня производных кортизола как индикатора степени стрессированности. В настоящей работе показано, что все применяемые способы обогащения среды позволяют снизить уровень стресса у большинства исследуемых животных, сократить количество проявлений патологического поведения животных, повысить их двигательную активность и существенно расширить их поведенческий репертуар. Полученные результаты могут быть использованы в качестве практических рекомендаций для использования в работе зоопарков и питомников.

Ключевые слова: *тигр (Panthera tigris), леопард (Panthera pardus), лев (Panthera leo), ягуар (Panthera onca), ирбис (Uncia uncia), гепард (Acinonyx jubatus), евразийская рысь (Lynx lynx), стресс, поведение, обогащение среды, иммуноферментный анализ (ИФА), искусственные условия.*

Введение

В настоящее время большинство представителей диких кошачьих относится к редким и исчезающим видам, в связи с чем остро стоит проблема разработки и апробации успешных методов их содержания, разведения и сохранения. Однако в искусственных условиях, вследствие невозможности реализовывать естественные

поведенческие потребности, животные часто подвержены различным патологиям поведения [1–3]. Наиболее распространенная из них – стереотипное поведение, которое повторяется характерным образом, постоянно по форме и частоте, отличается от естественного и при этом не имеет явной цели или функции. При отсутствии патологических отклонений у потенциально здорового животного такое поведение является нормальной реакцией на стресс, фрустрацию и т. п. [5].

Современные подходы к содержанию диких животных в неволе подразумевают не только поддержание их физического здоровья и репродуктивных функций, но и сохранение их естественного, эволюционно выработанного поведенческого репертуара. Для этого на протяжении последних десятилетий активно используется комплекс мероприятий, получивший название «обогащение среды обитания» [5]. Отмечено, что применение различных способов обогащения среды позволяет существенно снизить уровень патологических форм поведения животных и расширить их поведенческий репертуар [5, 6].

Целью работы было создание эффективных методов и способов обогащения среды различных представителей семейства кошачьих (*Felidae*), для повышения их благополучия в искусственных условиях.

В задачи исследования входило:

1. изучение поведения животных при применении различных способов обогащения среды;
2. оценка состояния животных до, во время и после обогащения среды путем бесконтактного мониторинга уровня производных кортизола как индикатора стресса;
3. исследование зависимости между поведением животных и уровнем производных кортизола в различные периоды исследования;
4. разработка схемы применения наиболее эффективных способов обогащения среды для некоторых представителей диких кошачьих.

Методика исследования

Исследования были проведены в период с 2008 по 2014 гг. в Московском и Ленинградском зоопарках и в Зоопитомнике по разведению редких и исчезающих видов животных Московского зоопарка (Московская область, Волоколамский район, пос. Сычево). В экспериментах участвовали взрослые особи восьми видов кошачьих (тигры, леопарды, ягуары, львы, ирбисы, гепарды, евразийские рыси). Общее поголовье исследуемых животных составило 61 особь (35 самцов и 26 самок). Объем проводимых исследований представлен в табл. 1.

Исследование можно условно разделить на три этапа.

Первый этап проходил в Московском зоопарке и Зоопитомнике в период с 2008 по 2012 г., а также летом 2014 г. Эксперимент проводили по стандартной схеме [5], состоящей из трех периодов: фоновые наблюдения, обогащение среды и контрольные наблюдения (постобогащение). Все периоды занимали равный промежуток времени (пять дней), который определялся предварительными наблюдениями за животными.

Второй этап исследования проходил летом 2013 г. на базе вольерного комплекса Зоопитомника Московского зоопарка. Эксперимент состоял из шести последовательных периодов: фоновые наблюдения, четыре последовательных периода ольфакторного (запахового) обогащения среды и контрольные наблюдения (постобогащение). Продолжительность каждого периода составила пять дней. Одновременно с

Объем проведенных исследований

Вид (подвид)	Число особей	Половое соотношение	Год	Место проведения исследований
Тигры (<i>P. tigris</i>)	19	11 ♂ 8 ♀	2008, 2010–2014	Московский и Ленинградский зоопарки, Зоопитомник
Дальневосточные леопарды (<i>P. p. orientalis</i>)	11	8 ♂ 3 ♀	2009, 2011–2013	Зоопитомник
Африканские львы (<i>P. leo</i>)	2	1 ♂ 1 ♀	2014	Ленинградский зоопарк
Ягуары (<i>P. onca</i>)	2	1 ♂ 1 ♀	2014	Московский и Ленинградский зоопарки
Ирбисы (<i>Uncia uncia</i>)	9	5 ♂ 4 ♀	2012, 2014	Московский и Ленинградский зоопарки, Зоопитомник
Гепарды (<i>Acinonyx jubatus</i>)	12	7 ♂ 5 ♀	2009, 2012, 2014	Московский зоопарк, Зоопитомник
Евразийские рыси (<i>L. lynx</i>)	6	2 ♂ 4 ♀	2012, 2014	Московский зоопарк, Зоопитомник

наблюдениями на протяжении всего второго этапа исследования осуществляли сбор экскрементов. Собранные образцы замораживали, после чего методом иммуноферментного анализа (ИФА) определяли уровень производных кортизола как индикатора стрессированности животных.

Третий этап исследований проходил в Московском и Ленинградском зоопарках весной и летом 2014 г. Эксперимент состоял из трех циклов ольфакторного (запахового) обогащения среды (циклическая схема обогащения), каждый из которых подразделяется на три периода по пять дней каждый (фоновые наблюдения, обогащение среды, постобогащение). Таким образом, длительность одного цикла составляла 15 дней.

В настоящем исследовании применяли три способа обогащения среды:

- предметное (объекты для манипуляции);
- кормовое (живой корм, ледяные блоки с замороженным мясом);
- ольфакторное (запаховое) (навоз копытных, эфирные масла растений, препарат Feliway).

Наблюдения вели по методу «Временных срезов», предназначенному для получения сравнимых количественных описаний цельного поведения животного. Метод применяется в тех случаях, когда исследователя в равной степени интересуют все поведенческие проявления [5]. Наблюдения за животными вели 30–60-минутными сессиями по 3–4 сессии в сутки (утром, днем и вечером). Это было обусловлено порядком рабочего дня и особенностями поведения животных в течение суток. Продолжительность временного среза составляла 30–60 сек.

Было выделено три формы двигательной активности: неактивное поведение (отсутствие двигательной активности); естественная двигательная активность, в которую включали локомоции, манипуляции, охотничье, исследовательское, пищевое

**Двигательная активность животных
при применении предметного обогащения среды, %**

Вид	Фоновые наблюдения		Обогащение среды		Контрольные наблюдения	
	ЕА	ПА	ЕА	ПА	ЕА	ПА
Леопарды	15,2	16,7	27,8	11,9	23,6	4,8
Тигры	26,2	2,4	35,3	1,3	26,6	1,6

Примечание. ЕА – естественная активность; ПА – патологическая активность.

и социальное поведение; патологическая активность, под которой подразумевали стереотипное расхаживание, или пейсинг. Кроме того, отдельно учитывалось время нахождения в укрытии.

Уровень производных кортизола по методу ИФА определяли в лаборатории биохимии Отдела научных исследований Московского зоопарка (2013 г.) и в Центре молекулярной биотехнологии факультета агрономии и биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (2015 г.).

Сбор проб осуществляли ежедневно в первой половине дня. Каждую пробу помещали в полиэтиленовый пакет с этикеткой, на которой указывали дату сбора, этап исследования, вид, пол и кличку животного. Затем все пробы помещали в морозильную камеру с температурой -20°C .

Подготовку проб к анализу проводили по стандартным методикам путем экстракции их органическими растворителями (этанол, метанол, диэтиловый эфир и др.) и очистке определяемого гормона в пробах [7]. После этого проводили оценку концентрации производных гормонов с помощью планшетного спектрофотометра Microplate Reader 680, измеряя оптическую плотность в ячейках планшета. Для определения уровня кортизола использовали наборы компании «ИммуноФА-Кортизол» («Иммунотех», г. Москва). Всего было собрано и проанализировано 567 проб.

Биометрическую обработку осуществляли на основе непараметрических критериев (Т-критерий Вилкоксона и ранговый коэффициент корреляции Спирмена) с применением программ Microsoft Office Excel 2007 и BioStat 2009.

Результаты и их обсуждение

Применение стандартной схемы обогащения среды

Предметное обогащение применяли для амурских тигров и дальневосточных леопардов (табл. 2).

При обогащении среды наблюдался рост естественной двигательной активности леопардов и тигров на 12,6 и 9,1% соответственно. В период обогащения уровень патологического поведения существенно снизился по сравнению с периодом фоновых наблюдений. Вместе с тем, во время контрольных наблюдений (постобогащения) при изъятии предметов для манипуляций у всех исследуемых животных наблюдалось снижение двигательной активности (на 4,2 и 8,7% соответственно).

Кормовое обогащение проводили по стандартной схеме для дальневосточных леопардов и евразийских рысей (табл. 3).

Таблица 3

**Двигательная активность животных
при применении кормового обогащения среды, %**

Вид	Фоновые наблюдения		Обогащение среды		Контрольные наблюдения	
	ЕА	ПА	ЕА	ПА	ЕА	ПА
Леопарды	19,7	14,5	24,3	7,6	23,2	2,6*
Рыси	11,8	11,1	13,5	5,2	11,5	3,4

* Разность достоверна по Т-критерию Вилкоксона ($p \leq 0,05$).

В данном случае в течение эксперимента в обоих случаях наблюдался постепенный рост уровня естественной двигательной активности. Что касается патологической активности, то этот показатель также постепенно снижался, и на момент контрольных наблюдений был в 6 раз ниже фонового уровня у леопардов ($T=2$; $p \leq 0,05$) и в 3 раза ниже – у евразийских рысей.

Применение *ольфакторного (запахового) обогащения* по стандартной схеме осуществляли для амурских тигров, дальневосточных леопардов, ирбисов, евразийских рысей и гепардов. В качестве аттракторов использовали навоз копытных и эфирные масла различных растений (табл. 4).

Доля естественной двигательной активности ирбисов при использовании в качестве аттрактора навоза копытных менялась незначительно, в то время как у тигров,

Таблица 4

**Двигательная активность животных
при применении запахового обогащения, %**

Вид	Фоновые наблюдения		Обогащение среды		Контрольные наблюдения	
	ЕА	ПА	ЕА	ПА	ЕА	ПА
<i>Навоз копытных</i>						
Леопарды	10,3	11,5	12,6	6,8	11	14,1
Тигры	30,3	5,8	26,9	3,5	27,1	6,4
Ирбисы	11,4	0,3	10,2	1,6	13,4	3,9
Рыси	5,3	5,9	14,6	2,9	9,6	2,7
Гепарды	62	–	71,1	–	64,7	–
<i>Эфирные масла</i>						
Тигры	18,2	7,3	19,2	0,9	28,2*	0,3
Ирбисы	11,5	1,2	14,4	0,1	11,7	1,0
Рыси	4,2	3,0	5,6	2,6	3,1	3,2
Гепарды	4,8	2,0	6,8	–	6,0	–

* Разность достоверна по Т-критерию Вилкоксона ($p \leq 0,05$).

леопардов, рысей и гепардов этот показатель в период обогащения возрос в среднем на 6%. Что касается патологической активности, то ее уровень при внесении навоза копытных у всех исследуемых животных снизился в среднем на 3,4%. У гепардов патологические формы активности не отмечались.

При внесении эфирных масел в период обогащения уровень естественной активности у всех исследуемых животных увеличился, а у тигров также продолжал расти и во время контрольных наблюдений ($T=7$; $p \leq 0,05$). Применение эфирных масел позволило снизить уровень патологического поведения у тигров на 6,4%. У гепардов, ирбисов и рысей доля такой активности была крайне низкой (не превышала 3,5% от общего времени) и в течение эксперимента менялась незначительно.

Применение последовательной схемы обогащения среды

При использовании последовательной схемы применяли ольфакторное обогащение среды. В условиях Зоопитомника Московского зоопарка дальневосточным леопардам и амурским тиграм предоставляли навоз копытных (лошади и барана Марко Поло) и эфирные масла хвойных пород деревьев (сосны и пихты).

На рис. 1 показана взаимосвязь активности дальневосточных леопардов и уровня производных кортизола в экскрементах.

Доля естественной двигательной активности леопардов была довольно низкой, и максимальные значения этого показателя пришлось на периоды обогащения навозом барана Марко Поло (15%) и маслом пихты (11,6%). Что касается патологического поведения, то при внесении элементов обогащения среды его уровень постепенно повышался. Наибольшие значения этого показателя (41,4%) у леопардов отмечались при внесении масла пихты.

В настоящей работе результаты эксперимента с применением последовательной схемы обогащения среды показали, что уровень кортизола у животных был достаточно высоким, а его колебания довольно сильными. Так, у дальневосточных леопардов этот показатель менялся в диапазоне 0,78–1,6 нмоль/л и постепенно снижался от периода к периоду, однако при внесении навоза барана Марко Поло этот показа-

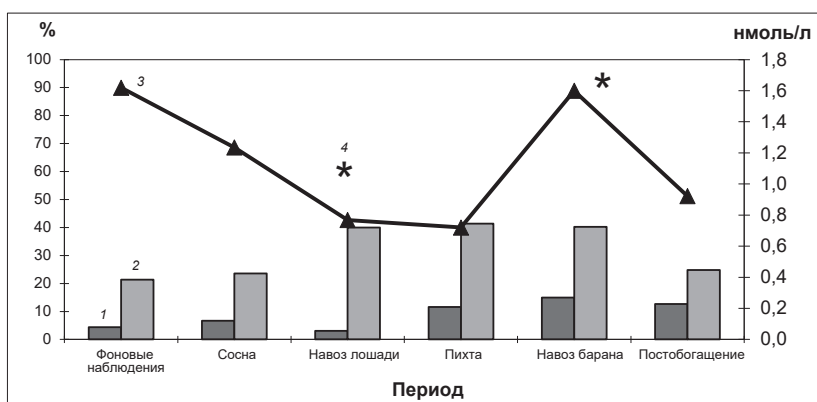


Рис. 1. Взаимосвязь активности и гормонального статуса дальневосточных леопардов при последовательной схеме обогащения среды:

1 – естественная активность; 2 – патологическая активность; 3 – кортизол; 4 – разница достоверна по Т-критерию Вилкоксона ($p \leq 0,05$)

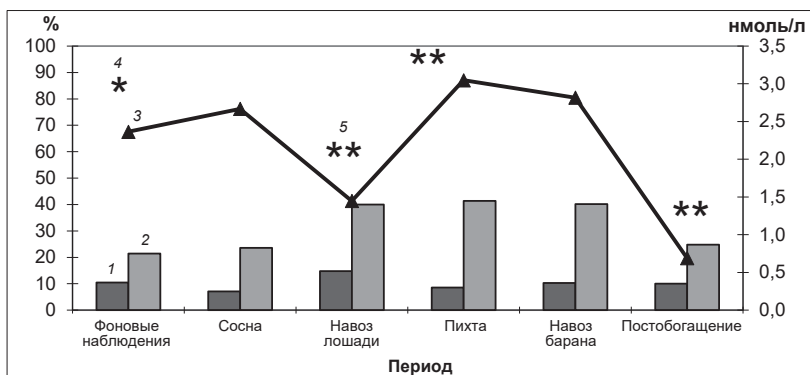


Рис. 2. Взаимосвязь активности и гормонального статуса амурских тигров при последовательной схеме обогащения среды:

- 1 – естественная активность; 2 – патологическая активность; 3 – кортизол;
 4 – разность достоверна по Т-критерию Вилкоксона ($p \leq 0,05$);
 5 – разность достоверна по Т-критерию Вилкоксона ($p \leq 0,01$)

тель увеличился вдвое ($T=2$; $p \leq 0,05$). При этом рост уровня естественной активности дальневосточных леопардов сопровождался постепенным снижением концентрации кортизола до четвертого периода эксперимента ($r_s=0,57$). После этого отмечалось сокращение двигательной активности и увеличение уровня глюкокортикоидов (в 2 раза).

На рис. 2 показана взаимосвязь активности и уровня производных кортизола у амурских тигров.

Уровень естественной активности тигров на протяжении эксперимента колебался от периода к периоду. При внесении эфирных масел хвойных он снижался, а при использовании навоза копытных – повышался и максимального значения достиг в период обогащения конским навозом (14,8%). У амурских тигров максимальные значения уровня патологической активности также наблюдались во время обогащения навозом копытных и маслом пихты. Колебания концентрации кортизола у амурских тигров отмечались в диапазоне 0,8–3,15 нмоль/л. Повышение концентрации глюкокортикоидов отмечалось в период обогащения маслом хвойных пород деревьев, а при внесении навоза ее уровень, напротив, снижался ($T=0$; $p \leq 0,01$). Во время контрольных наблюдений был практически в 3 раза ниже, чем во время фоновых ($T=1$; $p \leq 0,05$).

Во время первых трех периодов эксперимента отмечался рост уровня патологической активности тигров, сопровождающийся постепенным снижением кортизола, в то время как доля патологического поведения в этот период была наибольшей и составила 41,4%. Кроме того, у всех исследуемых животных уровень кортизола в период постобогащения был ниже, чем во время фоновых наблюдений.

Применение циклической схемы обогащения среды

Циклическую схему обогащения среды применяли для тигров, ягуаров, львов и ирбисов в Московском и Ленинградском зоопарках в 2014 г. В качестве аттракторов использовали эфирные масла растений, навоз копытных и препарат Feliway.

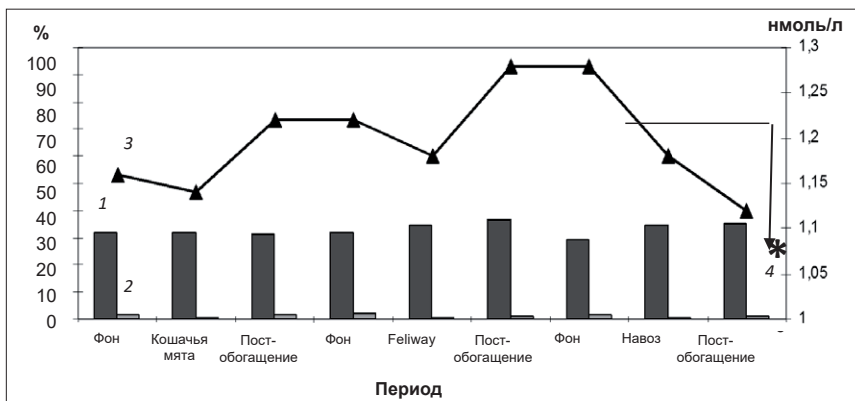


Рис. 3. Взаимосвязь активности и гормонального статуса тигров при циклической схеме обогащения среды:

1 – естественная активность; 2 – патологическая активность; 3 – кортизол;
4 – разность достоверна по Т-критерию Вилкоксона ($p \leq 0,05$)

Взаимосвязь активности и уровня производных кортизола у тигров представлена на рис. 3.

На третьем этапе исследования в поведении тигров преобладали неактивные формы, которые занимали около 50% всего времени. При обогащении среды препаратом Feliway и навозом копытных двигательная активность тигров возросла в среднем на 4%, уровень патологической активности сократился, а концентрация кортизола снизилась ($T=7; p \leq 0,05$). После проведения обогащения среды этими способами двигательная активность имела тенденцию к увеличению, наблюдаемую в период постобогащения. Зависимость между двигательной активностью животных и уровнем производных кортизола в экскрементах была положительной ($r_s=0,51$).

На рис. 4 представлена взаимосвязь активности и уровня производных кортизола у ягуаров.

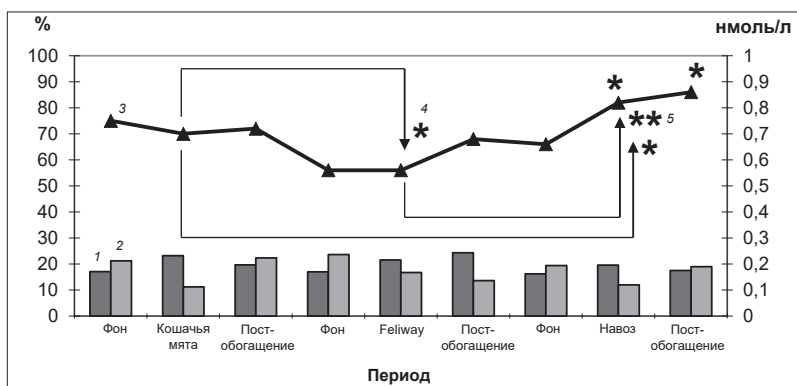


Рис. 4. Взаимосвязь активности и гормонального статуса ягуаров при циклической схеме обогащения среды:

1 – естественная активность; 2 – патологическая активность; 3 – кортизол;
4 – разность достоверна по Т-критерию Вилкоксона ($p \leq 0,05$);
5 – разность достоверна по Т-критерию Вилкоксона ($p \leq 0,01$)

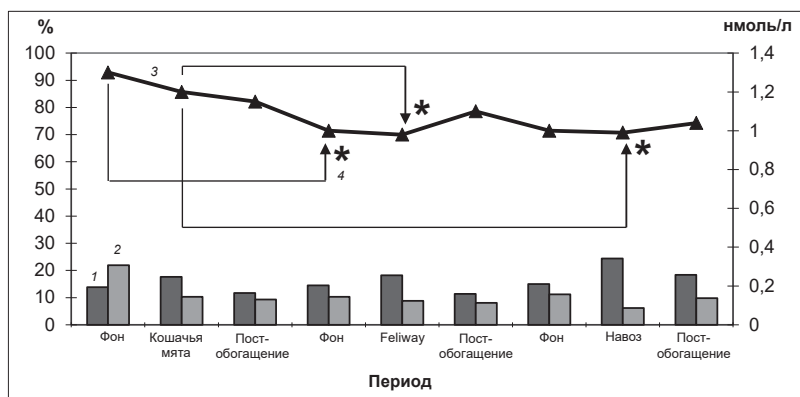


Рис. 5. Взаимосвязь активности и гормонального статуса львов при циклической схеме обогащения среды:

1 – естественная активность; 2 – патологическая активность; 3 – кортизол; 4 – разность достоверна по Т-критерию Вилкоксона ($p \leq 0,05$)

У ягуаров при внесении всех аттракторов активное поведение увеличивалось по сравнению с фоновыми показателями, в среднем на 4,7%, максимальный его рост (на 6,1%) отмечался при использовании масла кошачьей мяты. В свою очередь, патологическая активность во все периоды обогащения среды снижалась в среднем на 8,1%. В течение эксперимента до периода обогащения препаратом Feliway отмечали снижение уровня кортизола, а затем его постепенный рост, особенно заметный при внесении навоза копытных ($T=1,5$; $p \leq 0,05$) и в последующий период контрольных наблюдений ($T=7,5$; $p \leq 0,05$). При использовании препарата Feliway уровень кортизола был ниже ($T=11,5$; $p \leq 0,05$), чем при обогащении маслом кошачьей мяты, а при внесении навоза копытных – выше ($T=1$; $p \leq 0,01$), чем при использовании Feliway. Также отличия ($T=7$; $p \leq 0,05$) отмечались между уровнем кортизола во время внесения масла кошачьей мяты и навоза копытных. С увеличением доли естественного активного поведения увеличивался уровень кортизола в первый и третий циклы обогащения. На первом и третьем этапах эксперимента снижение уровня кортизола у ягуаров сопровождалось уменьшением доли стереотипии. Вместе с этим на втором этапе исследования при постепенном сокращении патологической активности наблюдалось повышение уровня кортизола.

На рис. 5 показана взаимосвязь активности и уровня производных кортизола у львов при использовании циклической схемы обогащения среды.

Двигательная активность львов при всех способах обогащения увеличилась в среднем на 5,5%. Уровень стереотипного поведения при всех трех способах обогащения удалось снизить в среднем на 6%, при этом максимальное (на 11,6%) снижение этой формы активности отмечалось при внесении кошачьей мяты. С начала проведения эксперимента уровень кортизола у львов постепенно снижался и минимального своего значения достиг при внесении препарата Feliway, после чего наблюдался незначительный рост этого показателя во время второго периода контрольных наблюдений. При этом при использовании как препарата Feliway ($T=3$; $p \leq 0,05$), так и навоза копытных ($T=5$; $p \leq 0,05$) уровень кортизола был ниже, чем при внесении масла кошачьей мяты. Кроме того, различия наблюдались между значениями уровня кортизола во время первого и второго периодов фоновых наблюдений ($T=2$; $p \leq 0,05$).

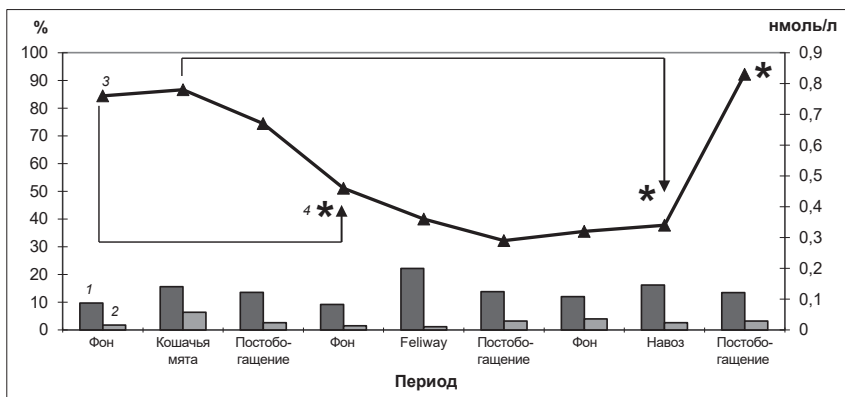


Рис. 6. Взаимосвязь активности и гормонального статуса ирбисов при циклической схеме обогащения среды в Ленинградском зоопарке: 1 – естественная активность; 2 – патологическая активность; 3 – кортизол; 4 – разность достоверна по Т-критерию Вилкоксона ($p \leq 0,05$)

Снижение уровня кортизола провоцировало увеличение доли естественной активности, которое происходило при внесении элементов обогащения на всех этапах исследования. В целом, зависимость между показателями патологического поведения и уровнем кортизола у львов была слабой ($r_s = 0,49$) в течение всего эксперимента.

На рис. 6 показана взаимосвязь активности и уровня производных кортизола у ирбисов при использовании циклической схемы обогащения среды в Ленинградском зоопарке.

На протяжении всего эксперимента уровень неактивного поведения ирбисов был достаточно высоким, но колебался незначительно, за исключением периода внесения препарата Feliway, во время которого этот показатель снизился на 20,2% по

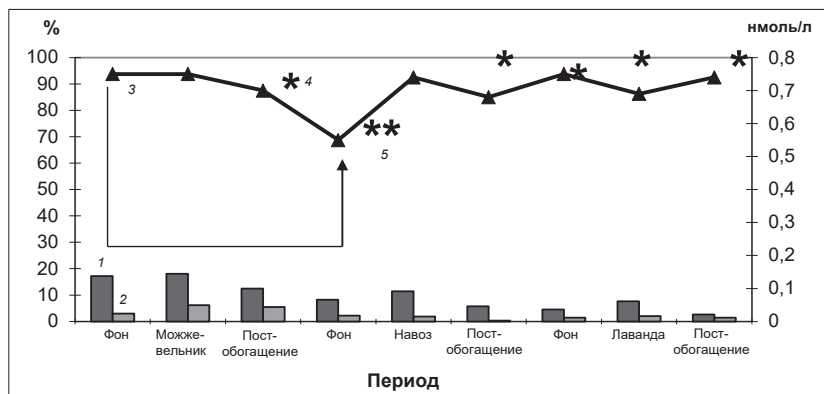


Рис. 7. Взаимосвязь активности и гормонального статуса ирбисов при циклической схеме обогащения среды в Московском зоопарке: 1 – естественная активность; 2 – патологическая активность; 3 – кортизол; 4 – разность достоверна по Т-критерию Вилкоксона ($p \leq 0,05$); 5 – разность достоверна по Т-критерию Вилкоксона ($p \leq 0,01$)

сравнению с фоновыми наблюдениями. При использовании всех аттракторов доля естественной активности ирбисов возрастала, в среднем на 7,7%. Уровень патологической активности ирбисов за все время эксперимента не превысил 7%. С начала эксперимента уровень кортизола у ирбисов постепенно снижался и минимального своего значения достиг во второй период постобогащения. После этого данный показатель постепенно увеличивался, а затем резко возрос во время последних контрольных наблюдений ($T=5$; $p \leq 0,05$). При этом стоит отметить, что отличия по уровню кортизола наблюдались между первым и вторым периодами фоновых наблюдений – во второй фоновый период этот показатель был ниже ($T=6$; $p \leq 0,05$). Кроме того, при обогащении навозом копытных уровень кортизола был ниже ($T=5$; $p \leq 0,05$), чем при обогащении маслом кошачьей мяты.

На протяжении всего эксперимента между динамикой активности ирбисов и уровнем производных кортизола наблюдалась слабая положительная корреляция ($r_s=0,42$).

На рис. 7 представлена взаимосвязь двигательной активности и уровня кортизола у ирбисов при использовании циклической схемы обогащения среды в условиях Московского зоопарка.

На протяжении всего эксперимента уровень неактивного поведения ирбисов был достаточно высоким и занимал большую часть бюджета времени животных, однако его снижение (на 8,3% по сравнению с фоновым значением) наблюдалось в период обогащения маслом можжевельника. Естественная активность животных во всех трех периодах обогащения среды в среднем увеличивалась на 2,4% по сравнению с фоновыми показателями, однако наибольший рост (на 3,2%) данного поведения отмечался при внесении навоза копытных. По сравнению с началом на момент окончания эксперимента естественная активность в целом снизилась на 14,6%. Увеличение доли патологического поведения отмечалось при использовании масел можжевельника (на 3,2%) и лаванды (на 0,6%). Во время внесения навоза копытных уровень такой активности изменился незначительно и снизился на 0,3% по сравнению с фоновым показателем. При этом в целом патологическая активность имела наибольшие значения во время первого цикла с обогащением среды маслом можжевельника (в среднем 5%).

Уровень кортизола у ирбисов в Московском зоопарке характеризовался поочередным снижением и ростом. При этом наименьшее значение было зарегистрировано во время периода фоновых наблюдений второго цикла обогащения; оно было ниже ($T=11$; $p \leq 0,01$), чем в аналогичный период первого цикла. Кроме того, снижение кортизола во время контрольных наблюдений отмечалось после внесения масла можжевельника ($T=27$; $p \leq 0,05$) и навоза копытных ($T=39$; $p \leq 0,05$). Вместе с этим, рост кортизола ($T=45$; $p \leq 0,05$) наблюдался в начале третьего цикла обогащения, когда разница в данных показателях между вторым периодом контрольных наблюдений и фоновыми значениями третьего цикла была статистически значима. При обогащении среды маслом лаванды кортизол был ниже ($T=40$; $p \leq 0,05$), чем во время фоновых наблюдений, однако затем вновь увеличился ($T=35$; $p \leq 0,05$).

У ирбисов в Московском зоопарке в целом наблюдалась слабая положительная ($r_s=0,3$) корреляция между динамикой естественной активности и уровнем кортизола. На первом и втором этапах эксперимента она была достоверной ($r_s=0,87$; $p \leq 0,05$). Вместе с тем, на третьем этапе при увеличении доли естественной активности наблюдалась тенденция к снижению уровня кортизола. Что касается взаимосвязи патологической активности и показателей уровня кортизола, то в данном случае в целом

также отмечалась слабая положительная корреляция ($r_s=0,25$), однако на третьем этапе незначительный рост доли стереотипного поведения сопровождался снижением уровня кортизола (в период внесения масла лаванды).

Выводы

1. Применение изучаемых способов обогащения среды (предметного, кормового и ольфакторного) повысило уровень естественной двигательной активности у большинства исследуемых животных.

При использовании стандартной схемы обогащения среды этот показатель возрос у дальневосточных леопардов (при предметном – на 9,1%, при кормовом – на 5%, при ольфакторном – на 6%), амурских тигров (при предметном – 12,6%, при ольфакторном – 1%), евразийских рысей (при кормовом – на 2%, при ольфакторном – на 5,4%), гепардов (при ольфакторном – на 5,5%).

При использовании последовательной схемы обогащения среды уровень естественной активности у леопардов увеличился в среднем на 13,3%, а у тигров – в среднем на 11,7%.

При использовании циклической схемы естественная двигательная активность тигров, ягуаров, львов, ирбисов возросла в среднем на 4; 4,7; 5,5; 10,1% соответственно.

2. Уровень патологической активности у всех животных (за исключением ирбисов) снизился при всех изучаемых способах обогащения среды в среднем в 3,5 раза.

3. При использовании последовательной схемы при проведении обогащения среды концентрация производных кортизола колебалась в достаточно широких пределах (0,78–3,15 нмоль/л), однако во всех случаях ее уровень во время контрольных наблюдений был ниже фоновых значений, у дальневосточных леопардов – в 2, а у амурских тигров – в 4 раза.

4. Зависимость между гормональным статусом и поведением животных при применении последовательной схемы обогащения среды имела следующий характер: взаимосвязь между концентрацией кортизола и естественной активностью была положительной, тогда как между концентрацией кортизола и патологической активностью – отрицательной.

5. При использовании циклической схемы обогащения среды, колебания концентрации кортизола были менее выражены, и наименьшие значения данного показателя в большинстве случаев отмечались во время ольфакторного обогащения среды: у тигров – при использовании масла кошачьей мяты (1,14 нмоль/л), а у ягуаров, львов и ирбисов – препарата Feliway (0,56; 0,98 и 0,36 нмоль/л соответственно).

6. При применении циклической схемы обогащения зависимость между концентрацией кортизола и динамикой естественной двигательной активности была умеренно положительной у всех исследуемых представителей семейства, за исключением львов ($r_s=-0,75$; $p\leq 0,05$), а между концентрацией кортизола и динамикой патологической активности – у всех, кроме ягуаров ($r_s=-0,21$).

7. Все изучаемые способы обогащения среды оказались эффективными для всех представителей семейства (леопардов, львов, ягуаров, тигров, ирбисов, гепардов и рысей), за исключением внесения навоза копытных по стандартной схеме, когда у тигров и ирбисов наблюдалось снижение их естественной двигательной активности (на 3,4 и 1,2% соответственно).

8. Наиболее эффективной схемой обогащения для представителей семейства кошачьих является циклическая схема.

Практические предложения

1. С целью оптимизации состояния животных в искусственных условиях, снижения степени стрессированности и сохранения видотипического поведения рекомендуется применение различных способов обогащения среды. Для представителей семейства кошачьих рекомендуется применение циклической схемы ольфакторного обогащения среды.

2. Для определения состояния животных в искусственных условиях следует использовать сочетание этологических наблюдений и оценки их гормонального статуса.

Библиографический список

1. Веселова Н.А., Блохин Г.И., Соловьев А.А. и др. Влияние обогащения среды на поведение и гормональный статус ирбисов в Московском зоопарке // Естественные и технические науки. 2015. № 11 (89). С. 172–173.

2. Веселова Н.А., Блохин Г.И., Симановская С.Н. и др. Уровень стресса и динамика поведения некоторых представителей семейства кошачьих в искусственных условиях // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2016. № 2 (90). С. 3–9.

3. Веселова Н.А., Блохин Г.И., Соловьев А.А., Гилицкая Ю.Ю. Обогащение среды некоторых представителей семейства кошачьих (*Felidae*) в искусственных условиях // Вестник БГУ. 2015. № 4 (1). С. 21–27.

4. Попов С.В., Ильченко О.Г. Руководство по исследованиям в зоопарках: методические рекомендации по этологическим наблюдениям за млекопитающими в зоопарках. М.: Изд-во Московского зоопарка, 2008. 160 с.

5. Попов С.В., Ильченко О.Г., Непринцева Е.С., Воцанова И.П. Теоретические основы работы по обогащению среды // Научные исследования в зоологических парках. 2006. Вып. 20. С. 78–90.

6. Радовская Я.С., Антоненко Т.В., Писарев С.В., Улитина О.М. Опыт успешного содержания евразийской рыси *Lynx lynx* в барнаульском зоопарке «Лесная сказка» // Известия АлтГУ. Сер.: Биологические науки. 2014. № 3 (86). С. 60–64.

7. Ткачева Е.Ю. Применение методов гормонального анализа в практике зоопарков // Научная работа в зоопарках: материалы школы-семинара ЕАРАЗА. Тверь: Триада, 2012. С. 110–119.

ETHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHANGES UNDER THE ENRICHMENT OF THE FELINE'S ENVIRONMENT

G.I. BLOKHIN, N.A. VESELOVA, A.A. SOLOVIEV

(Russian Timiryazev State Agrarian University)

The authors present new data on the studies of the effect of various ways of environment enrichment on the behavior and stress level of some wild felids (Felidae) in captivity. Such

indicators have been studied as the dynamics of the main forms of animals' activity (including the pathological one), and derivatives of cortisol levels in fecal samples, which have been determined by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). The research has been carried out in the Moscow Zoo and the Leningrad Zoo and in the Breeding Centre of Rare and Endangered Species of Animals.

Biochemical studies have been performed in the biochemical laboratory of the Department of Scientific Research in the Moscow Zoo and in the laboratory of the Department of Genetics, Biotechnology, Breeding and Seed Production of Russian State Agrarian University – MAA named after K. A. Timiryazev. The experiment involved seven adult cats – African lions, Siberian and Bengal tigers, Amur leopards, jaguars, snow leopards, cheetah and Eurasian lynxes. The obtained results represent changes in the manifestation frequency of various forms of natural and pathological activity of tested animals, depending on the process of the environmental enrichment (subject, feed or olfactory), and the relationship of the dynamics of activity and the level of cortisol derivatives as an indicator of the stress level degree. The present work shows that all methods of the environmental enrichment offer a possibility to reduce the stress level in the majority of tested animals, minimize pathological manifestations of animals' behavior, increase their motion activity and significantly expand their behavioral repertoire. The obtained results can be used as practical recommendations for use in zoos and breeding centers.

Key words: tiger (*Panthera tigris*), leopard (*Panthera pardus*), lion (*Panthera leo*), jaguar (*Panthera onca*), snow leopard (*Uncia uncia*), cheetah (*Acinonyx jubatus*), lynx (*Lynx lynx*), stress, behavior; enrichment of environment, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), captivity.

References

1. Veselova N.A., Blokhin G.I., Soloviev A.A. i dr. Vliyaniye obogashcheniya sredy na povedeniye i gormonalnyy status irbisov v Moskovskom zooparke [Influence of the environment enrichment on the behavior and hormonal status of Irbis in the Moscow Zoo] // Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. 2015. No. 11 (89). P. 172–173.

2. Veselova N.A., Blokhin G.I., Simanovskaya S.N. i dr. Uroven stressa i dinamika povedeniya nekotorykh predstaviteley semeystva koshachikh v iskusstvennykh usloviyakh [Stress level and behavior dynamics of some members of the feline family in captivity] // Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I.Ya. Yakovleva. 2016. No. 2 (90). P. 3–9.

3. Veselova N.A., Blokhin G.I., Soloviev A.A., Gilickaya Yu. Yu. Obogashcheniye sredy nekotorykh predstaviteley semeystva koshach'ikh (Felidae) v iskusstvennykh usloviyakh [Enrichment of the environment of some representatives of the feline family (Felidae) in captivity] // Vestnik BGU. 2015. No. 4 (1). P. 21–27.

4. Popov S.V., Ilchenko O.G. A Rukovodstvo po issledovaniyam v zooparkakh: metodicheskkiye rekomendatsii po etologicheskim nablyudeniyam za mlekopitayushchimi v zooparkakh [Guide to Research in Zoos: methodological recommendations on ethological observations of mammals kept in zoos]. M.: Izd-vo Moskovskogo zooparka, 2008. 160 p.

5. Popov S.V., Ilchenko O.G., Noprintzeva E.S., Voshchanova I.P. Teoreticheskiye osnovy raboty po obogashcheniyu sredy [Theoretical foundations of work on the environment enrichment] // Nauchnyye issledovaniya v zoologicheskikh parkakh. 2006. Issue 20. P. 78–90.

6. Radovskaya Ya.S., Antonenko T.V., Pisarev S.V., Ulitina O.M. Opyt uspeshnogo sodержaniya yevraziyskoy rysi *Lynx lynx* v barnaulskom zooparke «Lesnaya skazka» [Best practice of the Eurasian lynx *Lynx lynx* keeping in the Barnaul Zoo «Lesnaya Skazka»] // Izvestiya AltGU. Ser. biol. nauki. Barnaul: AltGU. 2014. No. 3 (86). P. 60–64.

7. *Tkacheva E. Yu.* Primeneniye metodov gormonalnogo analiza v praktike zooparkov [Practical application of hormonal analysis methods in zoos] // Nauchnaya rabota v zooparkakh: materialy shkoly-seminara YEARAZA. Tver: Triada, 2012. P. 110–119.

Блохин Геннадий Иванович – д. с.-х. н., проф., зав. кафедрой зоологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: zoolog@timacad.ru).

Веселова Наталья Александровна – к. б. н., ст. преподаватель кафедры зоологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: veselova_n.a@mail.ru).

Соловьев Александр Александрович – д. б. н., проф., декан факультета агрономии и биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: agrofak@timacad.ru).

Gennadiy I. Blokhin – DSc (Ag), Professor, Head of Zoology Department, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; e-mail: zoolog@timacad.ru)

Natalya A. Veselova – PhD (Bio), Senior Lecturer of Zoology Department, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; e-mail: veselova_n.a@mail.ru).

Aleksandr A. Soloviev – DSc (Bio), Professor, Dean of the Faculty of Agronomy and Biotechnology, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; e-mail: agrofak@timacad.ru).