

Влияние рациона питания с пониженным содержанием фруктов на уменьшение агрессии у лемуров в неволе (*Lemur catta*, *Varecia variegata*, *V. rubra* and *Eulemur coronatus*).

Авторы:

Стефани Бритт (Stephanie Britt)¹, Кэтрин Коулард (Katherine Cowlard)¹, Кэти Бейкер (Kathy Baker)² и Эми Плоуман (Amy Plowman)^{3*}

- 1) Университет Плимута, Плимут, Соединённое Королевство UK, PL4 8AA
- 2) Природоохранный Фонд Уитли, Зоопарк Ньюкей, Корнуолл, Соединённое Королевство, TR7 2NL
- 3) Природоохранный Фонд Уитли, Пейнтонский зоопарк, Пейнтон, Девон, Соединённое Королевство, TQ4 7EU

*Корреспонденцию можно направлять: Amy Plowman; e-mail: amy.plowman@paigntonzoo.org.uk

Ключевые слова:

Содержание в неволе, углеводы, лемур, питание, примат

История статьи:

Получена: 9 января 2015

Принята к публикации: 14 апреля 2015

Опубликована online: 30 апреля 2015

Аннотация

Корма для приматов в неволе часто значительно отличаются по своему питательному составу с теми, которые едят их дикие сородичи. В частности в рационе животных зоопарков часто содержится намного более высокое содержание сахара и других легко усвояемых неструктурных углеводов и намного более низкое содержание волокон. Это, как оказалось, имеет отрицательное воздействие на приматов в неволе на их физическое здоровье, но до настоящего времени имеется немного доказательств какого – либо воздействия на их поведение. В соответствии с продолжающимся улучшением рациона для четырех видов лемуров, содержащихся в зоопарке Ньюкей и в зоопарке Пэйнтон, был изменен рацион питания, из него полностью убрали все фрукты, что привело к более низкой концентрации неструктурных углеводов и увеличению волокон, что лучше подходит к составу природной диеты. Эффект этого диетического изменения на поведении лемуров был проверен, обратив особое внимание на возможные показатели благосостояния: агрессия, самостоятельный уход за телом – грумминг, добывание пищи и саморегулируемое поведение. Когда предлагается рацион без фруктов то оба фактора, такие как агрессия ($p < 0.001$) и саморегулируемое поведение ($p < 0.001$) стали значительно ниже, чем тогда, когда все четыре вида лемуров кормили первоначальным рационом. Не было никакого значительного эффекта от рациона при поиске пищи и грумминге. На основании этих результатов можно предположить, что питание с помощью диеты без фруктов для этих видов лемуров имеет положительное влияние на их психологическое благополучие в окружающей обстановке зоопарка.

Введение

Лемуры являются обычным явлением в зоопарках, но в дикой природе обитающие в лесах приматы - эндемики острова Мадагаскар (Mowry and Campbell 2001). Лемуры являются плодоядными и листоядными (MacLeod et al. 2003) что наглядно отражается в разнообразном сезонном питании (Sbeglia et al. 2010). Питание лемуров различается в зависимости от вида, однако дикие лемуры отбирают в него, прежде всего

разнообразные листья и плоды (Godfrey et al. 2004), предполагается, что они потребляют в год более 125 различных видов растений (1999 г.) (Milton 1999). Цветы, живица и сок, кора деревьев и почки (Dierenfeld and McCann 1999; Mowry and Campbell, 2001; Curtis 2004) все это также является основными компонентами кормов в природе, куда также попадают такие виды пищи, как корни, грибы и зеленый корм (MacLeod et al. 2003); даже были свидетельства поедания лемурами хамелеонов и беспозвоночных, таких как гусеницы и саранча (Sussman 1977).

Анализ кормов диких лемуров показал, что они содержат лишь небольшое количество неструктурных углеводов и содержат высокий уровень нейтральных рыхлых волокон, но в неволе питание лемуров часто имеет гораздо более высокую концентрацию неструктурных углеводов, особенно сахара, и более низкий уровень волокон, чем в дикой природе (Dempsey et al. 2002; Dierenfeld and McCann 1999). Корм более 75% приматов в неволе состоит как минимум из 50% фруктов и овощей (Kaumanns et al., 2000) часто с растительными компонентами, часто включая большую часть крахмалистых овощей, таких как репа и сладкий картофель, и фруктов, таких как яблоки, бананы и виноград (Mowry and Campbell, 2001).

Фрукты, доступные в условиях неволе и выращенные для людей, как правило, имеют высокий процент неструктурных углеводов и низкий процент по содержанию волокон, и они очень сладкие, в отличие от тех, которые произрастают в дикой природе (Milton, 1999), и которые имеют значительно более низкий процент калорий (Goodchild and Schwitzer 2008). Schmidt et al. (2005) обнаружили, что содержание фруктана [полимера фруктозы] во фруктах из садов в среднем 4,9%, намного выше, чем в овощах (1,45%) и зелени (0,6%). Во фруктах, выращенных для потребления человеком, также было обнаружено больше крахмала (24,3%), чем в овощах (22,5%) и зелени (14,0%), таких как капуста, люцерна и салат.

Неправильное питание, особенно высокий уровень неструктурных углеводов, как известно, является одним из факторов возникновения многих физических проблем со здоровьем у приматов в неволе, включая ожирение, болезни сердца, диабет и желудочно-кишечные расстройства (e.g. Kuhar et al. 2013). Так имеются отдельные сообщения о связи между высоким уровнем неструктурных углеводов и увеличением случаев проявления нежелательного поведения, но было недостаточно исследований, касающихся этого аспекта. У человека, неправильное питание, особенно высокий уровень сахара, тесно связан с некоторыми поведенческими расстройствами (Bellisle 2004). Человеческое тело в значительной степени зависит от усваиваемых углеводов в качестве основного источника энергии в виде глюкозы, но высокий уровень, как было установлено, может негативно повлиять на когнитивные способности (Bellisle 2004; Stephen et al. 2012). Влияние сахара на поведение человека вызывает всеобщее беспокойство (Nicol et al. 2005) влияет на агрессию (Prinz et al. 1980), вызывает гиперактивность (Dykman and Dykman 1998; Bellisle 2004; Kim and Chang 2011), антисоциальное поведение, отражается повышением уровня преступности и более высоким уровнем насилия (Benton, 2007). Кроме того, попытки изменения питания показали, что исчезновение сахарозы из рациона вызвало улучшение в поведении, но повторное введение вызвало снижение (Crook 1974), что указывает, что положительные изменения в питании могут привести к улучшению поведения (Bellisle 2004; Lien et al. 2006).

Влияние на поведение высокого уровня неструктурных углеводов в рационе не человекообразных обезьян получило гораздо меньше внимания. Так как не человекообразные обезьяны имеют много общего с человеком, то избыток сахара в питании может иметь аналогичные последствия. Таким образом, в неволе у приматов, получающих в своем питании больше сахара, можно предположить увеличение случаев агрессии и самоуправляемого поведения (SDBs) (Roberts et al. 2001). Самоуправляемое поведение (SDBs), действия, направленные на собственное тело животного, такие как встряхивание (Hosey et al. 2009), чрезмерный груминг и царапание, как было показано,

были связаны со стрессом и тревогой у не человекообразных обезьян (e.g. Baker and Aureli 1997). Некоторые случаи агрессии в группе приматов могут возникнуть как способ, используемый для установления иерархии доминирования и поддержания социального развития (Britt 1998), однако высокий уровень может увеличить степень тревоги, которая затем часто отражается в виде SDBs (самоуправляемого поведения), а в крайних случаях происходит членовредительство.

Вместе с другими приматами у лемуров в неволе, как сообщают, проявляются такие физические проблемы, как ожирение (Schwitzer and Kaumanns 2001; Goodchild and Schwitzer 2008), а в некоторых случаях тревожный уровень агрессии (Hosey 2005). Так в результате этого исследования выяснилось, что если убрать фрукты из кормов лемуров в зоопарке, то это влияет на качество питания и на поведение животных, особенно такое проявление как агрессия, SDBs и собственный груминг, но также и поиск пищи, который, как обычно полагают, является желательным поведением и поощряется в неволе (e.g. Reinhardt 1993).

Таблица 1. Лемуры в двух зоопарках во время наблюдения за их поведением до и после того, как фрукты были удалены из их питания

Вид	Пол	Дата рождения	место
Varecia variegata	самец	21 февраля 2003	зоопарк Ньюкей
Varecia variegata	самка	21 апреля 2007	зоопарк Ньюкей
Varecia rubra	самец	13 мая 2005	зоопарк Пейнтон
Varecia rubra	самка	18 апреля 2002	зоопарке Пейнтон
Lemur catta	самец	26 февраля 2003	зоопарк Ньюкей
Lemur catta	самец	03 марта 2010	зоопарк Ньюкей
Lemur catta	самец	22 марта 2012	зоопарк Ньюкей
Lemur catta	самка	12 апреля 2002	зоопарк Ньюкей
Lemur catta	самка	16 марта 2004	зоопарк Ньюкей
Lemur catta	самка	21 февраля 2011	зоопарк Ньюкей
Lemur catta	самец	31 марта 2009	зоопарк Пейнтон
Lemur catta	самец	08 апреля 2010	зоопарк Пейнтон
Lemur catta	самец	05 июля 2010	зоопарк Пейнтон
Lemur catta	самец	05 июля 2010	зоопарк Пейнтон
Eulemur coronatus	самец	01 июня 2005	зоопарк Ньюкей
Eulemur coronatus	самка	22 мая 1997	зоопарк Ньюкей
Eulemur coronatus	самка	24 мая 2012	зоопарк Ньюкей

Результаты

Рацион

Питательный анализ рациона кормов по калорийности показал, что все корма без фруктов содержали NDF (нейтрально-расщепляемая клетчатка – прим переводчика-СЛ) на 80-150% больше и неструктурного углевода на 21-30% меньше, чем предыдущие корма (Таблица 4). Процент сырого белка и золы был также выше в кормах без фруктов на 6-38% и на 15-26% соответственно (Таблица 4). Энергия, получаемая из кормов без фруктов, была значительно меньше, чем до этого; это было сделано специально, так как много пищи не расходовалось в предыдущих кормах, и фактическое потребление энергии считалось сходным в этих двух видах питания.

Поведение

Оба проявления: агрессия (Вальд $\chi^2 [1] = 89.12$, $p < 0.001$) и SDBs (самоуправляемое поведение) (χ^2 Вальд $2 [1] = 91.64$, $p < 0.001$) были проявлены значительно меньше, в тех случаях, когда лемуры получали корма без фруктов (таблица 5, Рис. 1). Этот эффект был аналогичен для всех видов, хотя существуют значительные связи между кормами и видами (таблица 5); это не так сильно повлияло на агрессивность у *L. catta* по сравнению с другими видами, тогда как для SDBs (самоуправляемого поведения) не было такого большого влияния на *L. catta*, как на другие виды (Рис. 1). Общее влияние рациона было ясно видно, несмотря на значительные различия между видами (только SDB) и отдельными животными (и агрессия и SDB, таблица 5). Рацион не оказал существенного влияния на самостоятельный уход за телом, груминг (χ^2 Вальд $2 [1] = 0.25$, $p = 0.62$) или добывание пищи (χ^2 Вальд $2 [1] = 0.30$, $p = 0.58$) (Таблица 5, рис. 1), и там не было значимой взаимосвязи между рационом и видами, хотя существуют значительные различия в этом поведении между видами и отдельными индивидуумами (таблица 5). При изменении рациона не было какого-либо существенного влияния на другие формы поведения (Рис. 2).

Обсуждение

Это исследование показало удивительно последовательное влияние фруктовых диет на агрессию и коэффициент SDB в обоих зоопарках и во всех пяти группах у лемуров четырех видов и в разных по социальному составу группах, включая пары самцов / самок (*V. variegata* и *V. rubra*), семейные группы (*L. Catta* и *E. Coronatus*) и полностью группы из самцов (*L. catta*). Это говорит о том, что значительно сниженная степень агрессии и SDB являются последовательным результатом удаления фруктов из рациона лемуров, содержащихся в неволе.

Таблица 2. Компоненты первоначального и вновь составленного рациона без фруктов, предусмотренных для четырех видов лемуров из двух зоопарков: 1, произведенных [Mazuri Zoo Foods, Witham, Essex, UK](#); 2 [Winalot Shapes, произведенных Purina, Horley, Sussex, UK](#); * замоченных в соке клюквы.

Вещество	Количество, предусмотренное на 1 животное в день (г)									
	<i>Varecia variegata</i>		<i>Varecia rubra</i>		<i>Lemur catta</i> (Newquay)		<i>Lemur catta</i> (Paignton)		<i>Eulemur oronatus</i>	
	До	После	До	После	До	После	До	После	До	После
Тrio Munch ²	60*	-	40	-	40*	-	28	-	30*	-
Приматы	-	50	40	33	-	30	28	33	-	30
питающиеся листьями ¹										
собачьи галеты ²	-	-	40	-	-	-	28	-	-	-
яйца	-	-	27	-	-	-	27	-	-	-
фрукты	100	-	489	-	25	-	266	-	25	-
овощи	500	260	406	297	175	200	422	220	175	200

Это еще более примечательно, потому что было обнаружено такое значительное и последовательное влияние рациона питания, учитывая, что существуют значительные различия между видами и отдельными особями, которые могут иметь скрытую общую тенденцию у всех субъектов исследования. Хотя степень агрессии и SDBs во всех группах были низкими, и не было никакой заинтересованности у сотрудников зоопарка в изменении рациона, снижение этих проявлений в поведении также можно рассматривать как благоприятные. SDBs обычно используются в качестве индикаторов социального стресса и тревоги у приматов (e.g. Reamer et al. 2010; Molesti and Majolo 2013), и высокая заболеваемость может указывать на плохое благополучие животных (Beisner and Isbell 2009). Агрессия также является естественной частью социального поведения приматов

(McCowan et al. 2008), но может стать серьезным фактором в неволе, где отдельные особи могут иметь меньше возможностей, избегать друг друга или убежать от агрессоров (Beisner and Isbell 2009). Поэтому в условиях неволе менеджеры приматов должны стремиться, чтобы держать степень агрессии и SDB на возможно низком уровне. Чрезмерный груминг, как предполагают, также указывает на стресс у приматов, и в крайних случаях может привести к потере волос (Beisner and Isbell 2009).

Степень груминга в данном исследовании не была чрезмерной, и изменение рациона не повлияло на него значительно. Поиск пищи, который занимает большую часть дня свободно живущих приматов, однако в условиях неволи у приматов зачастую гораздо менее распространен, также не зависит от изменения рациона. Питательный анализ показал, что основная разница между двумя рационами это в среднем 25% снижение неструктурного содержания углеводов и соответствующее увеличение там волокон, когда из рациона убрали фрукты.

Существует мало информации о влиянии рациона, содержащего углеводы на поведение не человекообразных обезьян, хотя имеются сообщения о негативных поведенческих последствиях высокого уровня сахара у людей (e.g. Nicol et al. 2005), в том числе о повышенной агрессии, насилии и преступном поведении (Prinz et al. 1980; Benton 2007). Тем не менее, наблюдаемое влияние в этом исследовании также может быть результатом повышенной концентрации волокон, что продлевает ощущение сытости на более длительные периоды днем; например, это было продемонстрировано для снижения агрессии и стереотипного поведения у свиней (e.g. Danielsen and Verstergaard 2001).

Таблица 3: Этограмма используется для записи поведения лемуров в двух зоопарках до и после смены диеты (удаления всех фруктов из рациона) (S = статичное поведение, E = поведенческое событие).

Поведение	Описание
Передвижение (S)	Любые виды передвижения: ходьба, бег, лазание и т.д.
Аутогруминг (S)	Деятельность по чистке и перебиранию собственного волосяного покрова
Аллогруминг (S)	Деятельность по чистке и перебиранию волосяного покрова сородичей (сородича)
Питание (S)	Потребление предоставленного киперами корма и воды
Поиск пищи (S)	Поиск и поедание пищи, которая не была предоставлена киперами
Агрессия (S)	Все формы враждебного поведения, например, преследование, укусы, удары
Подчинение (S)	Реакция на агрессию, например. быстрое отступление, избегание, дрожь
Отдых (S)	Отсутствие движений. Отдых может быть «настороже» (глаза открыты, животное проявляет интерес к окружающим шумам и движениям), либо «в покое» (глаза не реагируют на окружающий шум или движения)
Вне поля зрения (S)	Животное недоступно для наблюдения
Вычёсывание (E)	Животное чешется или царапает себя
Зевание (E)	Рот широко открывается, язык вытягивается
Облизывание (E)	Язык высовывается за пределы рта несколько раз без каких-либо целей, связанных с грумингом, животное облизывает окружающие предметы
Разминка – растяжка (E)	Вытягивает разные части тела без конкретной цели
Вокализации (E)	Животное издаёт звуки

Повышенный уровень белка в без фруктовом рационе, возможно, также может оказать свое воздействие на поведение, так как многие аминокислоты являются первичными частицами \предшественниками нейромедиаторов. В частности, увеличение употребления в рационе триптофана, предшественника серотонина, было показано для снижения уровня агрессии, стресса и / или других проблем в поведении у верветок (Chamberlain et al. 1987), макак-резусов (Weld et al. 1998) и некоторых других видов млекопитающих, включая людей (Bosch et al. 2007). Тем не менее, хотя триптофан присутствует в большинстве пищевых белков, это происходит при более низких концентрациях, чем в других больших нейтральных аминокислотах (LNAA). Эти и другие большие нейтральные аминокислоты LNAA ингибируют синтез серотонина в высоких концентрациях в крови с увеличением общего белка в рационе, возможно для того, чтобы вызвать обратный эффект простого увеличения одного триптофана (Bosch et al. 2007). Низкий уровень омега-3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), как также показывали, что было негативное влияние на поведение в диапазоне видов. Хотя, маловероятно, что изменения в концентрации ПНЖК были ответственны за последствия в этом исследовании, начиная с того, что ПНЖК были найдены в заметных количествах только в очень ограниченном диапазоне имеющихся кормов (например, льняное масло, жирная рыба) ни один из которых не был включен в оба рациона питания.

Таблица 4. Питательный анализ первоначального (обозначенного в таблице «До»- прим. переводчика – С.Л.) и вновь сформированного без фруктового (обозначенного в таблице «После») рациона для четырех видов лемуров из двух зоопарков. Содержание кормов представлены в % от сухого вещества. Неструктурные углеводы посчитаны как не волокнистая фракция углеводов, рассчитанные путем вычитания. * Усваиваемая энергия (приматов).

Вещество	Varecia variegata		Varecia rubra		Lemur catta (Newquay)		Lemur catta (Paignton)		Eulemur coronatus	
	До	После	До	После	До	После	До	После	До	После
энергия (Кал\день)	2506	1318	3833	1172	1113	808	2883	954	971	925
Сырой белок	17.7	20.7	14.8	20.4	19.5	21.4	16.1	21.1	18.9	20.1
Сырой жир	3.4	3.8	4.6	3.6	3.9	3.9	4.7	3.8	3.7	3.6
Зола	4.9	6.2	4.9	6.0	5.4	6.4	5.1	6.2	5.2	6.0
NDF*	11.9	22.2	11.4	21.6	9.0	22.6	12.2	22.0	10.3	21.7
Не структурные углеводы	62.1	47.1	69.2	48.4	62.2	45.7	61.9	46.9	61.9	48.6
Ca	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.8	0.7	0.7
P	0.6	0.5	0.4	0.5	0.7	0.5	0.4	0.6	0.6	0.5

*NDF –нейтрально-расщепляемая клетчатка

Возможно, что содержание питательных веществ в кормах само по себе не явилось причиной наблюдаемых эффектов в данном исследовании. Не существует никаких сомнений, что фрукты являются наиболее предпочтительным кормом для питания лемуров в неволе (Schwitzer and Kaumanns 2000), тем не менее, если нет этого необычайно желанного продукта, то возможно появится меньше причин для возникновения агрессивного поведения и доминирования, и тем самым снизится социальная тревожность в целом.

Хотя в группах, рассматриваемых в этом исследовании, агрессия у содержащихся в неволе приматов может быть очень тяжелой и привести к серьезной физической и /

или психологической травме (McCowan et al. 2008). Несмотря на то, что следует ожидать определенный уровень агрессии для поддержания и развития социальной динамики в группе (McCowan et al. 2008), однако это часто может стать более проблематичным в неволе, чем в дикой природе. Чрезмерная агрессия в неволе в размножающихся группах представляет особый интерес, как это было установлено, и отрицательно сказывается на результат процесса размножения у самок (Ha et al. 2011). Это может иметь последствия для находящихся под угрозой исчезновения видов, которые зависят от разведения в неволе с целью генетического улучшения и увеличения численности популяции. Поиск методов снижения агрессии может быть трудным, но это является приоритетом для менеджеров приматов в зоопарках (Daneault 2012).

Как известно изменение рациона редко учитывается, и гораздо реже проверяется так же, как и модулятор поведения содержащихся в неволе приматов (см. Daneault 2012). Эти результаты показывают, что простые изменения в рационе могут иметь значительное воздействие на поведение, и рацион питания следует рассматривать наряду с другими аспектами руководства по содержанию, при работе с проблемами в поведении у приматов в неволе

Таблица 5. Результаты обобщенной смешанной линейной модели (GLMM) отражают влияние рациона питания (первоначальный или рацион без фруктов), на виды и отдельную особь (помещенную в группу по видам) на поведение четырех видов лемурув из двух зоопарков

поведение	основное действие	тест Вальда	df	p
Behaviour	Main effects	Wald's χ^2	df	P
Aggression	Diet	89.12	1	<0.001***
	Species	4.56	3	0.27
	Individual (Species)	85.05	13	<0.001***
	Diet x Species	7.84	3	0.007**
	Diet x Individual (Species)	47.52	13	<0.001***
SDB	Diet	91.64	1	<0.001***
	Species	54.49	3	<0.001***
	Individual (Species)	95.38	13	<0.001***
	Diet x Species	32.05	3	<0.001***
	Diet x Individual (Species)	75.72	13	<0.001***
Auto-grooming	Diet	0.25	1	0.62
	Species	20.22	3	<0.001***
	Individual (Species)	24.75	13	0.03*
	Diet x Species	3.35	3	0.34
	Diet x Individual (Species)	5.45	13	0.96
Foraging	Diet	0.30	1	0.58
	Species	46.71	3	<0.001***
	Individual (Species)	41.03	13	<0.001***
	Diet x Species	0.91	3	0.82
	Diet x Individual (Species)	22.28	13	0.05*

Благодарности

Мы хотели бы поблагодарить всех киперов лемурув из зоопарка Пейнтон и зоопарка Ньюкей за их помощь и сотрудничество в ходе исследования, и Фрэнсис Кабана за помощь в подготовке материала об удалении фруктов из рациона лемурув.

Перевод: Соловьева ЛВ