

МЕТОДИКА ЗООЛОГИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 599.323.4:591.16.08

СРОКИ СОХРАНЕНИЯ ПЛАЦЕНТАРНЫХ ПЯТЕН
У ПОЛЕВКИ-ЭКОНОМКИ (*ALEXANDROMYS OECONOMUS*)

© 2019 г. О. В. Ермакова*

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар 167982, Россия

*e-mail: ermakova@ib.komisc.ru

Поступила в редакцию 11.07.2018 г.

После доработки 17.09.2018 г.

Принята к публикации 12.10.18 г.

Для определения продолжительности периода сохранения плацентарных пятен у полевки-экономки (*Alexandromys oeconomus* Pall.), обитающей в северо-таежной подзоне, проведены эксперименты в виварии Института биологии Коми НЦ УрО РАН на 84 особях. Результаты показали, что длительность сохранения следов имплантации в матке у самок, имеющих один помет, 2 месяца, а у неоднократно рожавших самок рассасывание плацентарных пятен начинается через 30–40 дней после родов. На основании проведенных исследований можно заключить, что у полевки-экономки повторная беременность ускоряет рассасывание пятен. Максимальный срок сохранения плацентарных пятен 4.5 месяца. Таким образом, плацентарные пятна у полевки-экономки рассасываются заметно быстрее, чем у некоторых представителей грызунов, что ограничивает применение методики подсчета плацентарных пятен у этого вида. С помощью подсчета плацентарных пятен не удастся определить количество пометов у полевки-экономки.

Ключевые слова: полевка-экономка, показатели воспроизводства, рассасывание плацентарных пятен, количество пометов

DOI: 10.1134/S0044513419040056

Для изучения вопросов размножения млекопитающих широко используется методика подсчета плацентарных пятен (Клер, 1949; Наумов, 1936; Новиков, 1953; Свириденко, 1958; Тупикова, 1958; 1964; Тупикова, Швецов, 1956, Леонтьева, 1961; Ралль, 1989).

У всех грызунов после родов на месте имплантации эмбрионов на стенке матки остаются так называемые «темные», или плацентарные пятна. Это следы кровоизлияний на месте разрывов сосудов, снабжавших кровью эмбрионы (Карасева, Телицина, 1996). С помощью этой методики устанавливают число и величину пометов, имплантационную гибель. Для правильного пользования методикой необходимы точные сведения о продолжительности периода сохранения следов имплантации в матке. После каждых родов в матке появляется новая генерация плацентарных пятен. Пятна более поздних пометов бывают крупнее и ярче. Для дифференциации плацентарных пятен разных генераций необходимо знать время, в течение которого эти пятна сохраняются у разных самок. Данные продолжительности существования плацентарных пятен у отдельных видов представителей отряда грызунов немногочисленны. Некоторые авторы не уточняют, приводят ли они сроки, в течение которых полностью со-

храняются все пятна, или приводят максимальные сроки сохранения этих пятен у отдельных зверьков. В работах Тупиковой (1958; 1964), Тупиковой с соавторами (1956) и Леонтьевой (1961) показано, что сроки сохранения плацентарных пятен у различных видов мышевидных грызунов не одинаковы и варьируют от 1.5 до 7 месяцев. Для полевки-экономки (*Microtus oeconomus* Pallas 1778), по новой систематике – *Alexandromys oeconomus* Pallas (Абрамсон, Лисовский, 2012), время сохранения плацентарных пятен в матке до сих пор точно неизвестно, что затрудняет возможность определения по ним количества и величины пометов. Полевка-экономка, вследствие ее широкого распространения, высокой численности, быстрой смены поколений, ограниченности индивидуальных участков, доступности пищевой базы, является надежным индикатором загрязнения среды обитания, к тому же этот вид довольно легко приспособляется к условиям антропогенных ландшафтов (Смирнов, 1959) и может служить удобной моделью для прогнозирования последствий загрязнения природной среды (Маслов, Маслова, 1972; Ермакова, 2008; Ermakova, 2011).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В виварии Института биологии Коми НЦ УрО РАН были проведены эксперименты с целью установления продолжительности сохранения плацентарных пятен у полевки-экономки. Отлов мелких млекопитающих проводили в соответствии с общепринятыми методами (Тупикова, 1964; Карасева, Телицина, 1996) стандартными живоловушками, расставляя их в линии на участках с нормальным и повышенным содержанием тяжелых естественных радионуклидов (подзона северной тайги, Ухтинский р-н Республики Коми). Отловленных полевко-экономок доставляли в виварий Института биологии КНЦ УрО РАН (<http://www.ckp-rf.ru/usu/471933/>) для лабораторного разведения и дальнейшего проведения экспериментов.

Для анализа продолжительности сохранения плацентарных пятен использовали 21 самку, каждая из которых имела один помёт первого поколения от отловленных на контрольном и радиоактивно загрязненном участке, и 63 самки, каждая из которых имела 2–11 помётов первого и второго поколения. У всех полевко-экономок регистрировали срок родов, дату забоя, число помётов, количество детёнышей в помёте, а также гибель детёнышей в первые дни после родов. Все эти работы были выполнены с соблюдением правил проведения научных исследований с использованием экспериментальных животных, утвержденных распоряжением Президиума АН СССР от 2 апреля 1980 N 12000-496 и приказом Минвуза СССР от 13 сентября 1984 № 22. Для подсчета плацентарных пятен использовали приемы, описанные Тупиковой (1964) и Докучаевым (1990). Когда пятна были слабо заметны, и их трудно было подсчитать, препарированную матку располагали между двумя предметными стеклами. Для детального изучения матки с яичниками ее вырезали из брюшной полости и расправляли на стекле так, чтобы рога матки не были перекручены, брыжейки лежали снаружи от рогов и не образовывали складок. Только при этом условии плацентарные пятна, располагающиеся в матке по линии прикрепления ее к брыжейке, нельзя спутать с потемнениями стенок матки иного происхождения. Полученные данные сравнивались с описанием внешнего вида следов имплантации у степных пеструшек (Тупикова, 1964) и больших песчанок (Леонтьева, 1961).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Беременность полевки-экономки продолжается около 20 дней. В возрасте 15–20 дней зверьки приступают к самостоятельной жизни, а некоторые самки – к размножению. Молодняк интенсивно размножается в год рождения. Размножение полевки-экономки тесно связано со сроками

вегетации растительности (Формозов, 1947; Громов, Поляков, 1977). Участие сеголеток в размножении в значительной степени зависит от общей численности полевко-экономки. Оно выше в годы спада и депрессии численности (Башлыкова, Ермакова, 2006). Начало размножения в северной тайге падает на начало мая. Первые сеголетки появляются в уловах в конце первой декады июня, а первые беременные самки-сеголетки – в последней декаде июня. Размножение заканчивается в сентябре. За сезон обычно бывает 2–3 помёта (Марвин, Турьева, 1979). В благоприятные годы количество помётов может быть и выше. К размножению зверьки могут приступать при массе тела от 18 до 21 г, но чаще при более крупных размерах. Величина выводков колеблется в пределах от 4 до 10 детёнышей, чаще всего 6–8, при этом она меняется в различные фазы численности (Материй и др., 2003; Ермакова, 2011; Бобрцов, 2016).

У неполовозрелых самок матка тонкая, светлая, без пятен. Яичники светлые. При половом созревании на поверхности яичника появляются зрелые фолликулы – крупные прозрачные бесцветные пузырьки, внутри которых находятся яйцеклетки. При наступлении половой зрелости у самки начинается течка: влагище открывается, наружные края его припухают, матка выглядит слегка расширенной. Во время овуляции на поверхности яичников лопаются фолликулы, через разрывы их стенок яйцеклетки попадают в полость тела и оттуда – в фаллопиевы трубы, где и происходит оплодотворение. С первых по пятые сутки включительно у особей полевки-экономки беременность можно установить только по наличию желтых тел. В течение этих дней оплодотворенное яйцо, проходя стадии дробления, продвигается по фаллопиевым трубам. В возрасте 6 дней зародыш попадает в полость матки. Его имплантация в стенку матки происходит в течение 7-го дня развития. На этих местах после рождения детёнышей сохраняются плацентарные пятна. Через 1–3 суток после родов растянутая и увеличенная матка сохраняет форму бывших в ней эмбрионов, в этот период кровеносные сосуды брыжейки сильно гиперемированы. Продольные мышечные волокна хорошо заметны. При продольном рассечении матки на месте прикрепления эмбрионов наблюдаются утолщения в виде бугорков. В первый день после родов в матке можно обнаружить сгустки крови, в последующие сроки они исчезают. Желтые тела у полевки-экономки довольно слабо выступают над поверхностью яичника, и поэтому для подсчета их мы использовали гистологические методы исследования (Афанасьев и др., 1967; Автандилов, 1990). Четкие расширения в рогах матки часто напоминают по форме небольшие эмбрионы, и в природе таких самок легко принять за беременных. Иногда при повторной беременности, совмещенной с лакта-

Таблица 1. Продолжительность периода сохранения плацентарных пятен у самок полевки-экономки

Дни после родов	Принесли один помет, число плацентарных пятен ($n = 21$)				Принесли два и более пометов, число плацентарных пятен ($n = 63$) *			
	соответствует числу детенышей	больше, чем число детенышей	меньше, чем число детенышей	плацентарные пятна отсутствуют	соответствует общему числу детенышей	больше, чем число детенышей	меньше, чем число детенышей	плацентарные пятна отсутствуют
0	1				1			
1	1							
5	1	1			2	1		
10	3				2	1		1**
20	1	1			5			1**
30	1				2	2	5	6
40	1				8	1	2	6
50			1		1	2	1	7
60	3	1			10		2	6
75			1	1	2	1	1	
90	1			1	1	1	1	3
>100				1			2	3

* У ряда самок были заметны плацентарные пятна от нескольких пометов, поэтому число показателей в таблице не соответствует числу обследованных самок.

** Беременные самки (плацентарные пятна хорошо заметны только на ранних стадиях беременности).

цией, на матке сохраняется и продольная мускулатура, в данном случае вторую беременность можно определить только по гистологическому строению желтых тел.

По прошествии 3–10 суток после родов обычно отмечали нормальные размеры матки без расширений или небольшие расширения в местах прикрепления эмбрионов. Плацентарные пятна яркие, иногда вместо пятен обнаруживали бугорки, порой пятна и бугорки встречались одновременно и в сумме составляли количество родившихся детенышей. Продольные мышцы, как правило, заметны, но не у всех самок. Желтые тела в это время становились мелкими. Кровеносные сосуды брыжейки развиты хорошо.

Через 10–20 суток после родов матку невозможно отличить по внешнему виду от матки давно родившей самки ни по одному из признаков. Плацентарные пятна становятся бледнее и уменьшаются в размерах, бугорки не встречаются. Индивидуальная изменчивость пятен и формы их окраски у разных зверьков велика. Продольные мышцы, как правило, не заметны. Только у двух лактирующих и неоднократно рожавших самок продольные мышцы матки сохранялись в течение 12–14 дней после родов. Желтые тела видны не всегда. Рубцы на месте желтых тел не просматриваются.

Сравнивая полученные результаты исследования с имеющимися в литературе (Леонтьева, 1961; Тупикова, 1964; Коломийцев, Поддубная,

2014), мы пришли к заключению, что сокращение матки у полевки-экономки после родов происходит заметно быстрее, чем у большой песчанки, и примерно с такой же скоростью, как у степной пеструшки. Уже через трое суток после родов нельзя дать критерии для точного определения времени, прошедшего с момента родов.

В течение двух месяцев плацентарные пятна сохранялись у всех самок, принесших один помет (только у одной самки через 50 дней после родов они были обнаружены в меньшем количестве, чем число родившихся детенышей, скорее всего это связано с резорбцией части пятен или с резорбцией бугорков).

Через 2.5–3 месяца у двух самок пятна исчезли совсем, у одной сохранились все пятна, и одна самка имела пятен меньше, чем детенышей в помете (табл. 1). Интенсивность окраски плацентарных пятен была различной. Очевидно, в эти сроки следы имплантации у полевки-экономки начинают рассасываться и исчезают.

У полевки-экономки, как и у других видов с полиэстральными циклами, очередное спаривание происходит либо сразу после родов предыдущего помета, либо спустя примерно две недели. Таким образом, повторная беременность или совмещается с кормлением предыдущего помета, или наступает незадолго до окончания кормления.

Из числа обследованных самок, имеющих 2–11 пометов, обычно обнаруживали следы им-

плантации только одного последнего помета, а длительность их сохранения часто не превышала 30–40 дней. Только 8 самок, у которых повторная беременность наступала сразу после родов, сохранились плацентарные пятна последних двух пометов и всего у одной самки были обнаружены следы имплантации от трех пометов. Пятна разных пометов отличались разной интенсивностью окраски, у трех самок их число соответствовало числу детенышей в последних пометах, у одной самки — превышало число родившихся детенышей. Таким образом, проведенные исследования показали, что у полевки-экономки определять общее число принесенных самкой пометов по плацентарным пятнам весьма затруднительно. Известно, что пятна от одного помета даже у различных особей одного вида грызунов исчезают не одновременно, изменчивость их величины и окраски велика (Леонтьева, 1961; Свириденко, 1958; Тупикова, 1958). Согласно нашим данным, такие же процессы характерны и для полевки-экономки, и они не зависят от радиационной обстановки участка обитания.

Для больших песчанок установлено, что у неоднократно рожавших самок пятна рассасываются быстрее, чем у самок, имеющих один помет (Леонтьева, 1961). Для других видов такие факты не известны. У 60% многократно рожавших самок полевки-экономки плацентарные пятна исчезают уже через 30–40 дней после родов, или их число меньше числа родившихся детенышей. Таким образом, рассасывание плацентарных пятен у повторно рожавших самок начинается через месяц после родов и заканчивается в течение двух последующих месяцев. У самок, которые принесли один помет, рассасывание пятен наблюдалось через 2.5 месяцев после родов. Вероятно, у полевки-экономки, как и у большой песчанки, повторная беременность ускоряет процесс рассасывания пятен.

Один месяц — это срок, когда у части самок полевки-экономки начинают полностью исчезать пятна. Регистрация самок с пятнами и без них в указанный срок позволяет определить долю зверьков, участвующих в размножении. Подсчет пятен и самок с плацентарными пятнами во все другие сроки дает ложные сведения о характере размножения зверьков северо-таежной популяции.

Максимальный срок, когда плацентарные пятна у полевки-экономки остаются заметны — 4.5 мес.

Таким образом, у полевки-экономки плацентарные пятна рассасываются значительно быстрее, чем у некоторых представителей отряда грызунов (у большой песчанки и степной пеструшки). Поэтому применение методики подсчета плацентарных пятен у этого вида с целью определения числа пометов имеют ограничения.

В ходе нашего исследования были обнаружены плацентарные пятна в рогах матки у четырех нерожавших самок. По-видимому, у этих самок пятна появились в результате резорбции эмбрионов, не сопровождающейся родами.

ВЫВОДЫ

1. Подсчет плацентарных пятен у полевки-экономки как метод анализа репродуктивной способности самок ограничен сроком в 1.5 месяца после начала размножения (учитывая продолжительность беременности).
2. По числу плацентарных пятен не удастся достаточно точно определить число пометов.
3. Повторная беременность ускоряет рассасывание плацентарных пятен, и у неоднократно рожавших полевки рассасывание пятен наступает через 30–40 дней после родов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках государственного задания Института биологии Коми НЦ УрО РАН «Механизмы биогенной миграции радионуклидов и закономерности возникновения отдаленных последствий индуцированных у растений и животных в условиях хронического радиационного и химического воздействия», № гос. регистрации 0414-2018-0002.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абрамсон Н.И., Лисовский А.А., 2012. Отряд Rodentia // Млекопитающие России: систематико-географический справочник Ред. Лисовский А.А., Павлинов И.Я. Сборник трудов Зоологического музея МГУ. Т. 52. М.: Товарищество научных изданий КМК. С. 142–312.
- Автандилов Г.Г., 1990. Медицинская морфометрия. М.: Медицина. 382 с.
- Афанасьев Ю.И., Валанчук В.К., Ванников Л.Л., Донских Н.В., Котовский Е.Ф. и др., 1967. Основы гистологии и гистологической техники. Под ред. Елисеева В.Г., Субботина М.Я., Афанасьева Ю.И., Котовского Е.Ф. М. 268 с.
- Башлыкова Л.А., Ермакова О.В., 2006. Сравнительная характеристика популяций мышевидных грызунов из районов с повышенной радиоактивностью // Радиоэкологические исследования в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС. Труды Коми НЦ. № 180. Сыктывкар. С. 69–98.
- Бобрецов А.В., 2016. Популяционная экология мелких млекопитающих равнинных и горных ландшафтов Северо-Востока европейской части России. М.: Товарищество научных изданий КМК. 381 с.
- Громов И.М., Поляков И.Я., 1977. Полевки (Microtinae) // Фауна СССР. Млекопитающие. Л.: Наука. Т. 3. Вып. 8. С. 287–299.

- Докучаев Н.Е., 1990. Экология бурозубок Северо-Восточной Азии. М.: Наука. 158 с.
- Ермакова О.В., 2008. Структурные перестройки периферических эндокринных желез мышевидных грызунов в условиях хронического облучения в малых дозах. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М.: МГУ. 45 с.
- Карасева Е. В., Телицина А.Ю., 1996. Методы изучения грызунов в полевых условиях. М.: Наука. 227 с.
- Клер Р.В., 1949. Желтые тела и следы плаценты у лисы, их число и распределение // Труды Моск. пушно-мех. ин-та. М. Т. 2. С. 52–60.
- Коломийцев Н.П., Поддубная Н.Я., 2014. Учебная практика по зоологии позвоночных в весенне-летний период // Учебное пособие. Череповец: ЧГУ. 169 с.
- Леонтьева М.Н., 1961. О размножении больших песчанок (*Rhombotus opimus* Licht) // Зоологический журнал. Т. 40. Вып. 12. С. 1874–1882.
- Марвин М.Я., Турьева В.В., 1979. Млекопитающие Коми АССР // Фауна Урала и Европейского Севера. Свердловск. С. 45–78.
- Маслов В.И., Маслова К.И., 1972. Радиоэкологические группы млекопитающих и птиц биогеоценозов районов повышенной естественной радиоактивности // Радиоэкологические исследования в природных биогеоценозах. Ред. Верховская И.Н. М.: Наука. С. 161–172.
- Материй Л.Д., Ермакова О.В., Таскаев А.И., 2003. Морфофункциональная оценка состояния организма мелких млекопитающих в радиоэкологических исследованиях (на примере полевки-экономки). Ред. Попова О.Н. Сыктывкар. 164 с.
- Наумов Н.П., 1936. Размножение и смертность обыкновенной полевки. Сборник НИИЗ МГУ. М. № 3. С. 144–170.
- Новиков Г.А., 1953. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных. М.: Советская наука. С. 387–398.
- Ралль Ю.М., 1989. Введение в экологию полуденных песчанок. П. Размножение // Вестник микробиологии эпидемиологии и паразитологии. Саратов. Т. 18. Вып. 1-1. С. 139–165.
- Свириденко П.А., 1958. К методике определения величин выводка у грызунов по плацентарным пятнам // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Т. 13. Вып. 2. С. 49–54.
- Смирнов Л.С., 1959. Полевка-экономка и красная полевка в тундре // Материалы по фауне Приобского Севера и ее использование. Тюмень. С. 364–365. (Тр. Салехардского стационара, вып. 1).
- Туникова Н.В., 1958. Изучение размножения и возрастного состава популяции мелких млекопитающих // Зоологический журнал. Т. 37. Вып. 2. С. 308–311.
- Туникова Н.В., 1964. Изучение размножения и возрастного состава популяции мелких млекопитающих // Методы изучения природных очагов болезней человека. М.: Медицина. С. 154–191.
- Туникова Н.В., Швецов Ю.Г., 1956. Размножение водяной крысы в Волго-Ахтубинской пойме // Зоологический журнал. Т. 35. Вып. 1. С. 130–140.
- Формозов А.Н., 1947. Очерк экологии мышевидных грызунов, носителей туляремии. М. 931 с.
- Ermakova O.V., 2011. Comparative Morphological Analysis of Peripherae Endocrine Glands of Small Mammals Inhabiting Areas with High Levels of Radioactivity and Exposed to Chronic Irradiation in Model Experiments // Biophysics. Т. 56. № 1. С. 135–139.

THE RETENTION TIME OF PLACENTAL SPOTS IN TUNDRA VOLES (*ALEXANDROMUS OECONOMUS*)

O. V. Ermakova*

Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar 167982, Russia

*e-mail: ermakova@ib.komisc.ru

To elucidate the resorption time of placental spots in tundra voles (*Alexandromys oeconomus* Pall.) inhabiting the north taiga subzone, experiments were performed in the vivarium of the Institute of Biology of the Komi Scientific Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, using 84 animals. The results show that the preservation duration of implantation traces in the uterus in females with one litter lasts 2 months, while in repeatedly given females the resorption of placental spots starts 30–40 days after birth. Based on the studies, repeated pregnancy in tundra voles can be concluded to speed up the resorption of spots. The maximum period of the retention of placental spots in tundra voles is 4.5 months. Therefore, the placental spots in this species get dissolved significantly faster than in many other rodents, thus limiting the use of that technique for calculating the placental spots. Moreover, it is impossible to determine the number of litters in tundra voles by calculating the placental spots.

Keywords: tundra vole, reproduction rate, resorption, placental spots, number of litters