ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ, 2012, № 5, с. 554–562

ЭКОЛОГИЯ

УДК 591.526:591.463.2.068.1.:593.32

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЕМЕННИКОВ И СПЕРМАТОЗОИДОВ В ОЦЕНКЕ РЕПРОДУКТИВНОГО УСПЕХА САМЦОВ РЫЖЕЙ ПОЛЕВКИ (*Clethrionomys glareolus*)

© 2012 г. В. П. Мамина

Институт экологии растений и животных УрО РАН,
620144 Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202
E- mail: mamina@ipae.uran.ru

Поступила в редакцию 19.08.2011 г.

Проведен морфофункциональный анализ семенников и сперматозоидов у рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus*, Schreber, 1780) из природной популяции для оценки репродуктивного потенциала животных. Показано, что репродуктивный успех самцов зависит от плотности популяции. При физиологическом стрессе, например, при "пике" численности, у зверьков на фоне их ускоренного старения происходит активация гипоталамо-гипофизарно-адреналовой оси, способствующей угнетению процесса сперматогенеза. Абсолютный вес семенников не всегда является определяющим фактором в оценке фертильности животного. К информативным показателям репродуктивного успеха самцов и популяции в целом можно отнести уровень деструктивных изменений в эндокринном и герминативном отделах семенника и морфологические нарушения сперматозоидов.

Известно, что репродуктивный успех самца мелких млекопитающих определяется числом фертильных покрытий, показателем которых является число пометов. Одним из факторов, значительно влияющих на число фертильных покрытий, является структура доминантно-субординантных отношений в популяции. Для большинства видов млекопитающих показана взаимосвязь между этологической структурой популяции и дифференциальным успехом в размножении (Шилов 1977; Dewsbury 1982; Науменко и др. 1983; Kruczek, 1997). Самки грызунов достаточно хорошо различают хемосигналы самцов разного иерархического ранга и предпочитают для спаривания доминирующих самцов (Evsikov *et al.*, 1995; Penn, Potts, 1998; Герлинская, 2008). Запаховые сигналы самцов у грызунов несут информацию об их агрессивности, которая оказывает влияние на репродуктивный успех (Евсиков и др., 2006). Отдельные авторы отмечают, что спаривание самок с доминирующим самцом приводит к увеличению потомков, возрастанию жизнеспособности детенышей и раннему половому созреванию (Ellis, 1995). У самцов рыжей полевки отмечается положительная корреляция между массой тела и весом семенников (Ylönen *et al.*, 2004). Как правило, размер семенников у грызунов связывают с их репродуктивным статусом. Современная эволюционная теория предполагает, что количество спермы, которую самец производит, зависит от уровня и типа конкуренции спермы (Parker, 1998; delBarco-Trillo, Ferkin 2006). Одни исследователи в экспериментальных работах, нацеленных на решение этого предположения, использовали размер семенника в качестве меры производства спермы (Byrne *et al.*, 2002; Newlon *et al.*, 2003; Malo *et al.*, 2005; Minder *et al.*, 2005). Другие авторы считают, что это всего лишь предположение (Hellriegel, Blanckenhorn, 2002), так как, эти два показателя могут изменяться независимо друг от друга. Например, у доминирующих самцов водосвинки (*Hydrochoerus hydrochaeris*) величину семенников определяет интерстициальная ткань, связанная с гормональной функцией семенника (Moreira *et al.*, 1997). Было показано, что среди млекопитающих этот вид обладает самым низким гонадосоматическим индексом (0.14% от массы тела) и самым высоким интерстициальным (72%). Объем интерстициальной ткани зависит от возраста самца. Одни авторы отмечают, что с увеличением возраста число клеток Лейдига возрастает (Goyal, Dhingra, 1973), другие – что их число уменьшается и замещается волокнами соединительной ткани (Gofur *at al.*, 2008). В экспериментальных исследованиях оценка ежесуточной концентрации сперматозоидов у животных, базируется на числе определенных стадий сперматогенного эпителия в гомогенате семенников (Amann, 1970). Точные количественные данные относительно содержания сперматозоидов в эякуляте у мелких млекопитающих из природной популяции, характеризующих их фертильность, отсутствуют. Кроме того, следует отметить, что иногда фертильные покрытия напрямую связывают с уровнем тестостерона, т.е. с генеративной функцией семенника, однако для обеспечения генеративной функции

не требуется значительных концентраций тестостерона (Crews, 1984; Crews, Moore, 1986). Высокий уровень тестостерона в плазме крови вызывает агрессию у животного, которая приводит к агрессивному взаимодействию между самцами (Wingfield *et al.*, 2001) и соответственно к угнетению сперматогенеза. Репродуктивный успех самца складывается из ряда показателей, но прогностической значимостью обладает объем и качество спермы, которые напрямую зависят от морфофункционального состояния семенников.

Цель исследования – проведение анализа отдельных морфофизиологических характеристик рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus*, Schreber, 1780) из природной популяции, оценка морфофункционального состояния семенников и сперматозоидов при разной плотности популяции.

МАТЕРИАЛЫ МЕТОДЫ

В работе использованы половозрелые рыжие полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780), отловленные (июнь–август) на Среднем Урале (57°21′ с.ш., 59°48′ в.д.) с помощью живоловок (Карасева, Теплицина, 1996) в годы "пика" (1992, 2001, 2004) и "роста" (1991, 2003, 2006) численности популяции. Фазы популяционного цикла определяли с учетом демографической структуры популяции и относительной численности (Жигальский, Кшнясев 2000). В год "роста" численности относительное обилие рыжей полевки составило три особи на 100 ловушко-суток, в год "пика" численности – 12.5 особей. Из морфофизиологических показателей оценивали массу тела, индекс надпочечника, вес семенника, индекс семенника. Семенники животных фиксировали в 10%-ном формалине, парафиновые срезы семенника толщиной 5–7 мкм окрашивали гематоксилин-эозином. Оценку морфологии сперматозоидов проводили на эпидидимальных мазках, окрашенных азур-эозином. С помощью программного продукта SIAMS Photolab определяли размеры ядра, акросомы и головки сперматозоидов. Все показатели были оценены у 120 животных.

При обработке данных использовали критерий χ^2. Для статистических тестов принят 5%-ный уровень значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении морфофизиологических показателей установлено увеличение массы тела животных и веса семенников на "пике" численности популяции, $p < 0.05$ (рис. 1). Увеличение массы зверьков при высокой численности является одной из характерных черт популяционного цикла мышевидных грызунов и обусловлено высокими темпами роста животных (Krebs, 1964; Чернявский, Ткачев, 1982). В фазу "пик" численности преобладают неполовозрелые зверьки (до 70%), остальную долю составляют перезимовавшие животные. Все перезимовавшие животные весной за короткое время (2–3 нед) созревают и вступают в размножение. Они обладают высоким уровнем метаболизма и быстро стареют (Оленев, Григоркина, 1998). По величине индекса семенника достоверно значимых различий между фазами не обнаружено (рис. 2а). Установлено, что при "пике" численности популяции по сравнению с "ростом" у перезимовавших зверьков возрастает индекс надпочечника (0.18 против 0.15‰, $p < 0.05$). Как правило, при максимальной численности популяции, увеличение индекса надпочечника сопровождается изменениями морфологических показателей (гипертрофия, гиперплазия пучковой зоны, увеличение размеров ядер адренокортикоцитов), которые указывают на усиление функциональной активности адреналовой железы и интенсивный синтез кортикостероидов (Ермакова, 1991). Повышенная секреция надпочечниковых андрогенов способна ингибировать на уровне гипофиза выделения в кровь гонадотропных гормонов (ЛГ), недостаточность которых приводит к угнетению продукции тестостерона, в результате чего у самцов происходит либо задержка, либо нарушение процесса сперматогенеза (Науменко и др. 1983).

К начальным стадиям затухания процесса сперматогенеза следует отнести нарушения в нейрогуморальной регуляции, поэтому при "пике" численности популяции, зверьки, находящиеся в условиях физиологического стресса, заканчивают размножение раньше (в июле), тогда как при более низкой численности оно может продолжаться до осени (Жигальский, Бернштейн, 1989). Важную роль в гормональной регуляции сперматогенеза принадлежит эндокринному отделу семенника (клеткам Лейдига, ответственных за выработку тестостерона и клеткам Сертоли, выполняющих эндокринную, питательную и фагоцитарную функцию). Свыше 80% зверьков на "пике" численности имеют дегенеративные изменения в интерстициальной ткани семенника: гибель клеточных структур, в том числе и клеток Лейдига, что приводит к разрушению стенки семенных канальцев, у 70% наблюдается диффузный асперматогенез и у 60% – атрофия семенных канальцев (рис. 2б), отличия между уровнями численности (*1–2*) для всех типов деструкций значимы, $p < 0.05$. В интерстициальной ткани на месте гибели клеток остаются вакуоли и клеточный детрит, интерстициальная ткань постепенно замещается соединительной тканью (рис. 3). К первым признакам нарушения сперматогенеза относится его дезорганизация, т.е. изменение пространственной упорядоченности, в результате которой возникает диффузный асперматогенез (рис. 4а). Разрушение стенки семенных каналь-

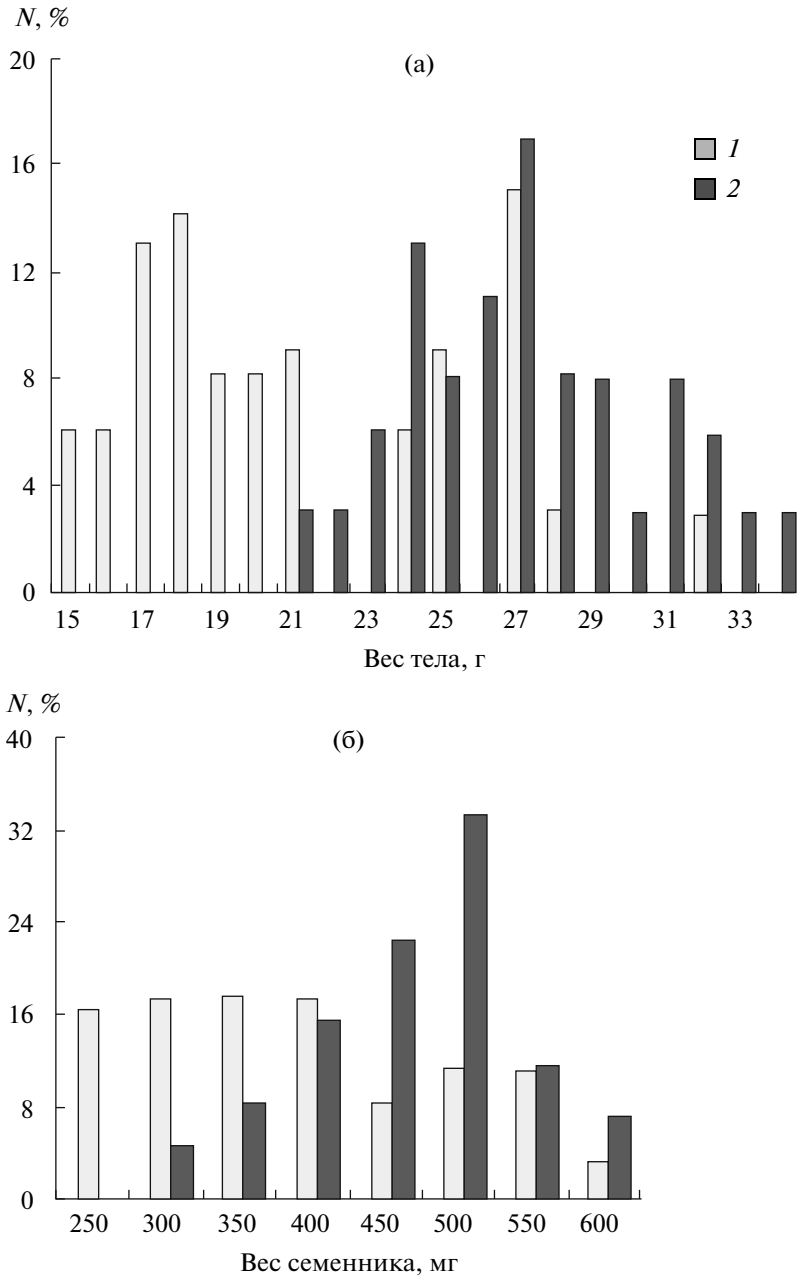

Рис. 1. Частота встречаемости животных (*N*) по массе тела (а), по весу семенника (б) на “росте”(*1*) и “пике “(*2*) численности популяции.

цев (рис. 4б) приводит к нарушению гематотестикулярного барьера, изолирующего аутоантигенные половые клетки от иммунологического аппарата организма, что впоследствии способствует аутоиммунным процессам в семеннике. (Райцина, 1985). Деструкция сперматогенного эпителия приводит к атрофии семенного канальца (рис. 4в), доля которых при “пике” численности достигает 10–15%, против 5% при “росте”. Наличие канальцев с диффузным асперматогенезом и атрофических канальцев приводит к снижению общего числа сперматозоидов и как результат – падение репродуктивного потенциала животного.

Анализ эпидидимальных препаратов показал, что у рыжей полевки сперматозоид имеет крючковидную форму и как обычно состоит из головки, включающей ядро (носителя генетической информации) с конденсированным хроматином, акросомы, представляющей собой видоизмененную лизосому, и хвоста, обеспечивающего подвижность клетки (рис. 5а). При “пике” численности число патологических форм сперматозои-

дов (хвост в виде петли, рис. 5б) возрастает до 35% ($p < 0.05$). Одним из основных показателей фертильности является подвижность сперматозоидов. Сперматозоиды, имеющие хвост в виде петли – неподвижны, а значит, не способны к оплодотворению. При морфометрическом исследовании сперматозоидов рыжей полевки нами установлено, что ядро имеет размер от 5 до 25 мкм^2 (рис. 6). Высокая вариабельность сперматозоидов по величине ядра связана с различным содержанием ДНК, определяющим степень зрелости сперматозоидов (Bouters *et al.*, 1967). Размер акросомы не зависит от фазы численности, а размер ядра связан с фазой численности. При "пике" появляются сперматозоиды с малым размером ядра – от 5 до 9 мкм^2. Наличие сперматозоидов с аномалией размеров головки – макроцефалия (большая головка) и микроцефалия (маленькая головка) снижают фертильность (Sailer *et al.*, 1996). Показано, что сперматозоиды с пониженным содержанием ДНК не способны к оплодотворению (Ito, Leuchtenberger, 1955). Исследования на лабораторных животных выявили положительную корреляцию между аномальными сперматозоидами и процентом беременных самок (Мамина, Шейко, 1993).

Исследования в лабораторных условиях по влиянию социальных факторов на репродуктивную функцию самцов рыжей полевки одного возраста показали, что число и качество сперматозоидов зависит от размеров семенников (Gomendio *et al.*, 1998). Размер семенника положительно коррелирует с репродуктивным успехом (Preston *et al.*, 2003; Kruczeka, Styrnab, 2009). У доминирующих самцов вес семенников больше, чем у подчиненных соответственно и выше спермопродукция и лучше качество спермы (Schulte-Hostedde, Millar, 2004). При множественном спаривании доминирующий самец имеет преимущество в соревновании с конкурирующими эякулятами. Однако межвидовые изменения в размере семенников не могут быть приравнены непосредственно к изменению производства спермы, так как существуют различия в продолжительности сперматогенеза (Ramm, Stockley, 2010). Показано, что виды с относительно большими семенниками (и, следовательно, с высоким уровнем соревнования спермы) имеют более короткий цикл сперматогенного эпителия, что позволяет произвести больше сперматозоидов в единицу времени. Индивидуальный репродуктивный успех самца при множественном спаривании зависит от качества сперматозоидов (Ginsberg, Huck, 1989). Роль доминирующего самца у рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus*) при множественном спаривании изучена недостаточно (Koyama, Kamimura, 2000). Исследования, проведенные на рыжей полевке разного социального статуса в лабораторных и полевых условиях не выявили различий в их репродуктивном успехе (Klemme *et al.* 2006). Необходимость множественного спаривания объясняется определенными выгодами для самок: снижение уровня каннибализма у самцов, снижение риска генетической несовместимости (Klemme *et al.*, 2006). Известно, что в природных условиях, популяционные процессы определяются эндо- и экзогенными факторами (Шилов, 1977; Шварц, 1980; Жигальский, Мамбетуллаева, 1994). Эндогенные факторы включают в себя структуру и численность населения, а плотность населения служит механизмом регуляции размножения и смертности. Популяция в зависимости от плотности изменяет свой репродуктивный потенциал. При физиологическом стрессе, например, при "пике" численности, у зверьков на фоне их уско-

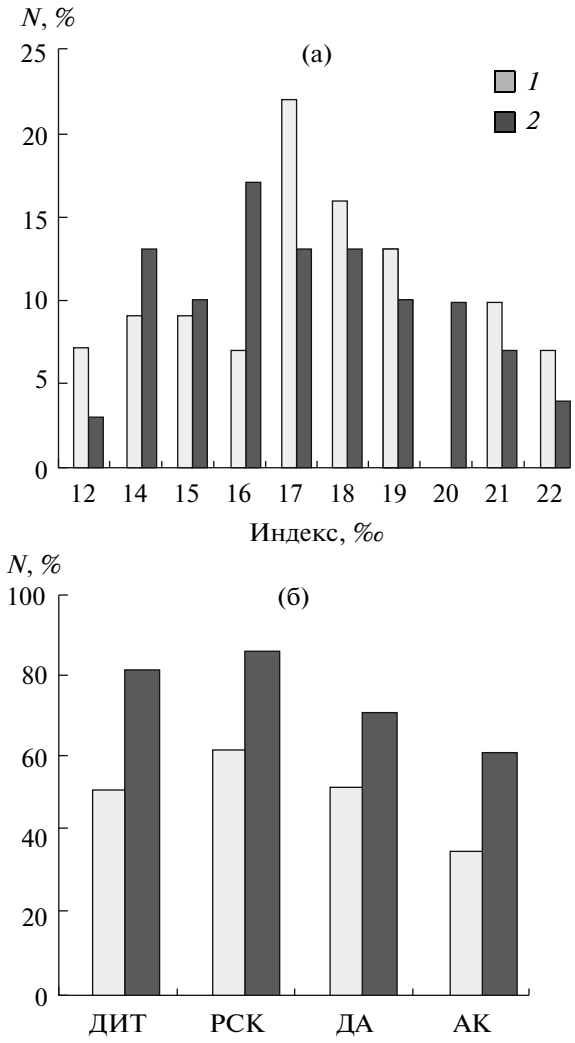

Рис. 2. Частота встречаемости животных (N) по величине индекса семенника (а), по деструктивным изменениям (б): в интерстициальной ткани (ДИТ), стенки семенного канальца (РСК) и в семенных канальцах – диффузный аспермогенез (ДА), атрофические канальца (АК). *1* – "рост", *2* – "пик" численности популяции для рис. 2, 6.

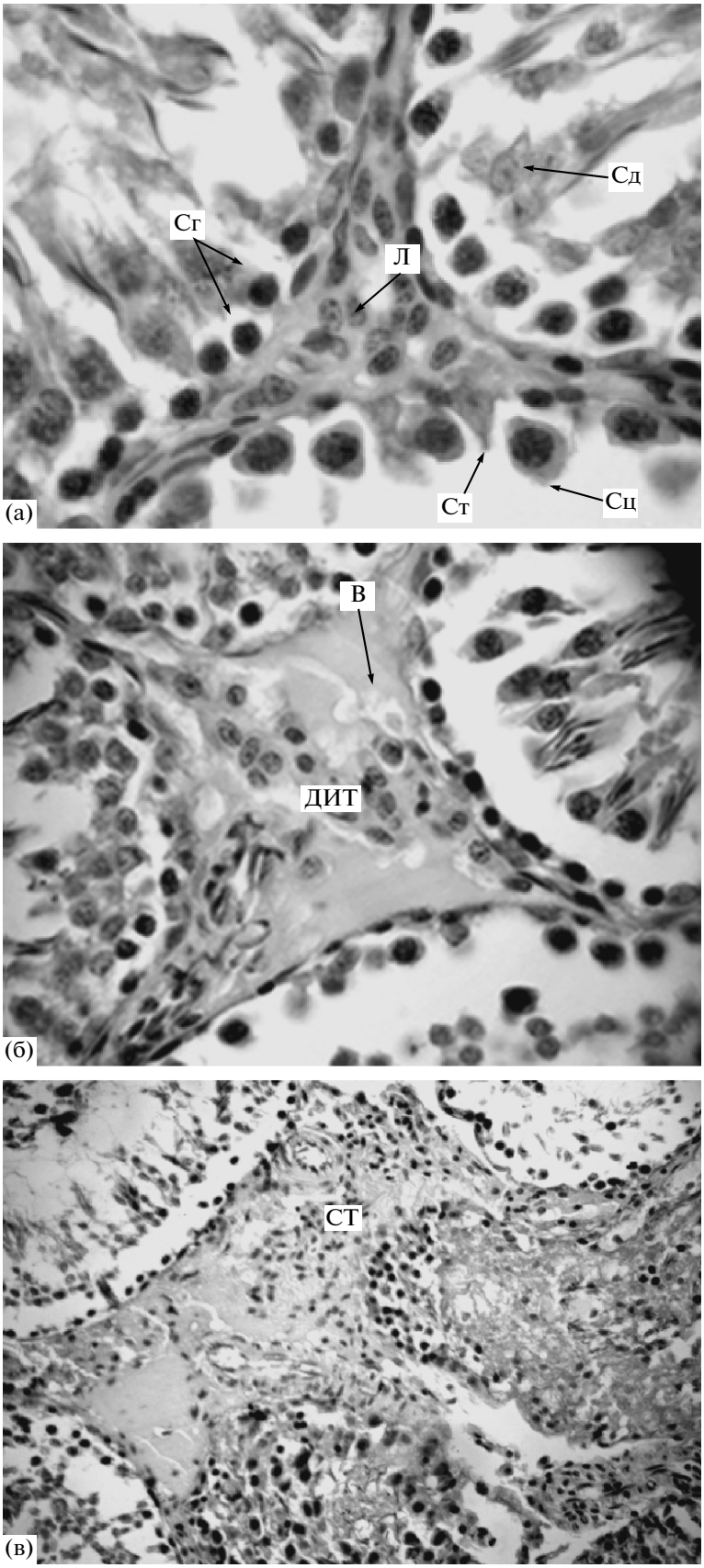

Рис. 3. Гистологические срезы семенника рыжей полевки. а: Сг –сперматогонии, Сц – сперматоциты, Сд – сперматиды, Ст – клетки Сертоли, Л – клетки Лейдига; б: ДИТ – деструкция интерстициальной ткани, В – вакуоли, в: СТ – замещение интерстиция соединительной тканью.

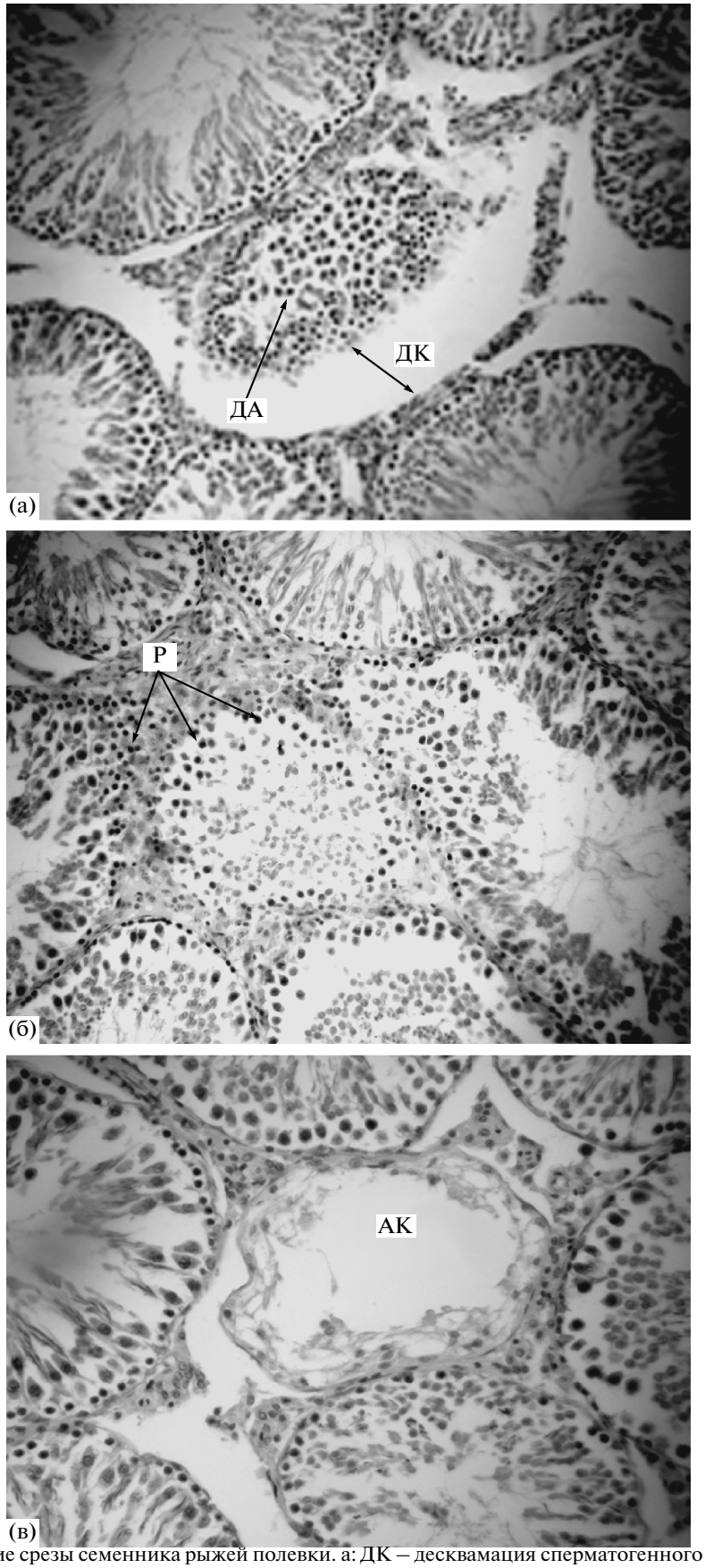

Рис. 4. Гистологические срезы семенника рыжей полевки. а: ДК – десквамация сперматогенного эпителия, ДА – диффузный асперматогенез; б: Р – разрушение стенки семенных канальцев; в: АК – атрофия семенного канальца.

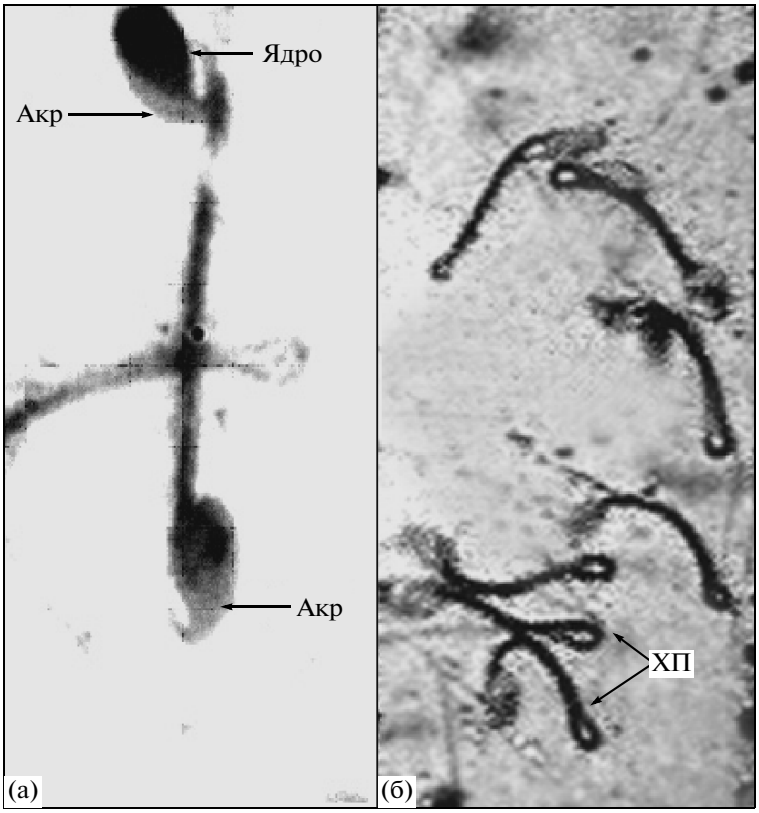

Рис. 5. Сперматозоиды рыжей полевки. а: Акр – акросома; б: ХП – хвост–петля.

ренного старения происходит активация гипоталамо-гипофизарно-адреналовой оси, способствующей повышению уровня глюкокортикоидов, понижению лютеинизирующего гормона и соответственно снижению уровня тестостерона. Известно, что у быстро стареющих животных происходит гормональный дисбаланс: нарушение функции клеток Лейдига приводит к снижению синтеза тестостерона, потере циркадного ритма и угнетению процесса сперматогенеза (Захидов и др., 2010). В наших исследованиях у 60% самцов на "пике" численности наблюдается атрофия семенных канальцев, в результате которой снижается продукция сперматозоидов, а дегенеративные процессы в сперматогенных клетках семенника приводят к формированию патологических сперматозоидов. Поэтому такие самцы, обладая пониженной фертильностью, при спаривании не дают репродуктивного успеха (их сперма неконкурентоспособна). На "пике" численности это является сдерживающим моментов для дальнейшего роста популяции.

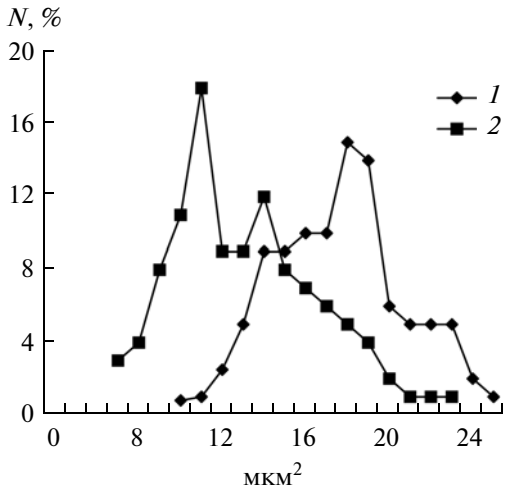

Рис. 6. Частота встречаемости (*N*, %) сперматозоидов по величине ядра у рыжей полевки на разных фазах численности.

Таким образом, абсолютный вес семенников не всегда является определяющим фактором в репродуктивном потенциале. Известно, что относительный вес органов может быть наиболее объективным показателем их роста и функциональной активности, чем абсолютный вес (Schoeffner *et al.*, 1999). Экспериментальные данные, полученные на мышах, склонных к ускоренному старению, показали, что максимальное снижение суммарного числа клеток по времени совпадает с максимальным увеличением веса семенников, что в свою очередь может быть обусловлено уве-

личением объема интерстициальной ткани и /или утолщением белочной оболочки (Захидов и др., 2007). Результаты наших исследований показали, что у рыжей полевки из природной популяции к наиболее информативному показателю фертильных покрытий самцов относится морфофункциональное состояние семенников и морфология сперматозоидов. Подвижность сперматозоидов является одним из наиболее важных показателей спермы. В природных популяциях на репродуктивный потенциал животных значительное влияние оказывают их внутрипопуляционные взаимоотношения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Герлинская Л.А. Механизмы поддержания гетерогенного воспроизводства в популяциях млекопитающих: Автореф. дис. докт. биол. наук. Новосибирск: ГУ НИИ физиологии СО РАМН, 2008. 34 с.

Евсиков В.И., Потапов М.А., Назарова Г.Г., Потапова О.Ф. Стабилизирующая функция полового отбора в отношении агрессивности самцов у грызунов // Докл. РАН. 2006. Т. 411. № 6. С. 845–846.

Ермакова О.В. Морфофункциональные изменения щитовидной железы и коры надпочечника у полевок-экономок, обитающих в условиях повышенной радиоактивности: Автореф. дис. канд. биол. наук. Киев: Ин-т проблем онкологии и радиобиологии АН УССР, 1991. 26 с.

Жигальский О.А., Бернштейн А.Д. Анализ факторов, определяющих численность и структуру населения рыжей полевки // Докл. АН СССР. 1989. Т. 305. № 6. С. 1509–1511.

Жигальский О.А., Мамбетуллаева С.М. Оценка влияния эндо- и экзогенных факторов на численность и структуру промысловых популяций ондатры // Экология. 1994. № 2. С. 89–90.

Жигальский О.А., Кишнясев И.А. Популяционные циклы европейской рыжей полевки в оптимуме ареала // Экология. 2000. № 5. С. 383–390.

Захидов С.Т., Гопко А.В., Маршак Т.Л. и др. Изучение сперматогенеза у мышей с ускоренным старением // Изв. РАН. Сер. биол. 2007. № 6. С. 661–668.

Захидов С.Т., Хохлов А.Н., Малолина Е.А. и др. Старение сперматогенной системы // Изв. РАН. Сер. биол. 2010. № 1. С. 16–24.

Карасева Е.В., Теплицина А.Ю. Методы изучения грызунов в полевых условиях. М.: Наука, 1996. 227 с.

Мамина В.П., Шейко Л.Д. Влияние малых и сублетальных доз ионизирующего излучения на состояние сперматогенного эпителия и выход доминантно летальных мутаций у мышей разного генотипа // Радиобиология. 1993. Т. 394. № 3. С. 408–414.

Науменко Е.В., Осадчук А.В., Серова Л.И., Шишкина Г.Т. Генетико-физиологические механизмы регуляции функций семенников. Новосибирск: Наука, 1983. 203 с.

Оленев Г.В., Григоркина Е.Б. Функциональная структурированность популяций мелких млекопитающих (радиобиологический аспект) // Экология. 1998. № 6. С. 447–451.

Райцина С.С. Сперматогенез и структурные основы его регуляции. М.: Наука, 1985. 206 с.

Чернявский Ф.Б., Ткачев А.В. Популяционные циклы леммингов в Арктике: Экологические и эндокринные аспекты. М.: Наука, 1982. 164 с.

Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 277 с.

Шилов И.А. Эколого-физиологические основы популяционных отношений у животных. М.: Изд-во МГУ, 1977. 262 с.

Amann R.P. The testis / Eds Johnson A.D, Gomes W.R., Van Denmark N.L. N. Y.: Acad. Press, 1970. V. 1. P. 433.

Barco-Trillodel, del J., Ferkin M.H. Male meadow voles respond differently to risk and intensity of sperm competition // Behav. Ecol. 2006. V. 17. P. 581–585.

Bouters R., Esnault C., Ortavant R., Salisbury G.W. Comparison of DNA revealed by Feulgen and by ultraviolet light in rabbit spermatozoa after storage in the male efferent ducts // Nature. 1967. V. 213. P. 181–182.

Byrne P.G., Roberts J.D., Simmons L.W. Sperm competition selects for increased testes mass in Australian frogs // J. Evol. Biol. 2002. V. 15. P. 347–355.

Crews D. Gamete production, sex hormone secretion and mating behavior uncoupled // Horm. Behav. 1984. V. 18. P. 22–28.

Crews D., Moore M.C. Evalution of mechanisms controlling mating behavior // Science. 1986. V. 231. P. 121–125.

Dewsbury D.A. Dominance rank, copulatory behaviour and differential reproduction // Quart. Rev. Biol. 1982. V. 57. P. 135–159.

Ellis L. Dominance and reproductive success among nonhuman animals: a crossspecies comparison // Ethol. Sociobiol. 1995. V. 16. P. 257–333.

Evsikov V.I., Nazarova G.G., Potapov M.A. Female odor choice, male social rank, and sex ratio in the water vole // Advances in the biosciences: Chemical signals in vertebrates VII. Oxford: Pergamon, 1995. V. 93. P. 303–307.

Ginsberg J.R, Huck U.W. Sperm competition in mammals // Trends Ecol. Evol. 1989. V. 4. P. 74–79.

Gofur M.R., Khan M.Z.I., Karim M.R., Islam Bangl M.N. Histomorphology and histochemistry of testis of indigenous bull (bos indicus) of Bangladesh // J. Vet. Med. 2008. V. 6 (1). P. 67–74.

Gomendio M., Harcourt A.A., Rolandän E.R.S. Sperm competition in mammals // Sperm Competition and sexual selection /Eds Birkhead T.R., Moller A.P. N. Y.: Acad. Press, 1998. P. 667–751.

Goyal H.O., Dhingra L.D. A study on the postnatal histology of the testis in buffalo (*Bubalus bubalis*) from birth to one year // Acta Anatomica. 1973. V. 84. P. 237–250.

Hellriegel B., Blanckenhorn W.U. Environmental influences on the gametic investment of yellow dung fly males // Evol. Ecol. 2002. V. 16. P. 505–522.

Ito S., Leuchtenberger C. The possible role of the DNA content of spermatozoa for the activation process of the egg of the clam, Spisula solidissima // Chromosoma. 1955. V. 7 (4). P. 328–339.

Klemme I., Eccard J.A., Gerlach G. et al. Does it pay be a dominant male in a promiscuous? // Ann. Zool. Fennici. 2006. Helsinki. V. 43. P. 248–257.

Koyama S., Kamimura S. Influence of social dominance and female odor on the sperm activity of male mice // Physiol. Behav. 2000. V. 71. P 415–422.

Krebs C.J. The lemming cycle at Baker Lake, Northwest Territories, during 1959-62 //Arctic Inst N Amer Techn Paper.1964. № 15. P. 104.

Kruczek M. Male rank and female choice in the bank vole, Clethrionomys glareolus // Behav. Proc. 1997. V. 40. P. 171–176.

Kruczeka M., Styrnab J. Semen quantity and quality correlate with bank vole males' social status // Behav. Proc. 2009. V. 82. P. 279–285.

Malo A.F., Rolandän E.R.S., Garde J. et al. Antlers honestly advertise sperm production and quality // Proc. R. Soc. L. Ser. B. 2005. V. 272. P. 149–157.

Minder A.M., Hosken D.J., Ward P.I. Co-evolution of male and female reproductive characters across the Scathophagidae (Diptera) // J. Evol. Biol. 2005. V. 18. P. 60–69.

Moreira J.R., Macdonald D.W., Clarke J.R. Correlations of testis mass in capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*): dominance assurance of sperm competition // J. Zool. 1997. V. 241. P. 457–463.

Newlon A.W., Yund P.O., Stewart-Savage J. Phenotypic plasticity of reproductive effort in a colonial ascidian, *Botryllus schlosser* // J. Exp. Zool. 2003. V. 297A. P. 180–188.

Parker G.A. Sperm competition and the evolution of ejaculates: towards a theory base. // Sperm competition and sexual selection / Eds Birkhead T.R., Miller A.P. L.: Acad. Press, 1998. P. 3–54.

Penn D., Potts W.K. Chemical signals and parasite-mediated sexual selection // Trends Ecol. Evol. 1998. V. 13. P. 391–396.

Preston B.T., Stevenson I.R., Pemberton J.M. et al. Overt and covert competition in a promiscuous mammal: the importance of weaponry and testes size to male reproductive success // Proc. Roy. Soc. L. Ser. B. 2003. V. 270. P. 633–640.

Ramm Steven A., Stockley P. Sperm competition and sperm length influence the rate of mammalian spermatogenesis // Biol. Lett. 2010. V. 6. P. 219–221.

Sailer B.L., Jost L.K., Evenson D.P. Bull sperm head morphometry related to abnormal chromatin structure and fertility // Cytometry. 1996. V. 24. P. 167–173.

Schoeffner D.J., Warren D.F., Muralidara S. et al. Organ weights and fat volume in rats as a function of strain and age // J. Toxicol. Environ. Health. 1999. V. 56. № 7. P. 449–462.

Schulte-Hostedde A.I., Millar J.S. Intraspecific variation of testis size and sperm length in the yellow-pine chipmunk (*Tamias amoenus*): implications for sperm competition and reproductive success // Behav. Ecol. Sociobiol. 2004. V. 55. P. 272–277.

Ylönen H., Home T.J., Luukkonen M. Effect of birth and weaning mass on growth, survival and reproduction in the bank vole // Evol. Ecol. Res. 2004. V. 6. P. 1–10.

Wingfield J.C., Lynn S., Soma K.K. Avoiding the 'costs' of testosterone: ecological bases of hormone-behavior interactions // Brain. Behav. Evol. 2001. V. 57. P. 239–251.

Morphofunctional Analysis of Testes and Sperm in the Assessment of Male Reproductive Success in the Bank Vole (*Clethrionomys glareolus*)

V. P. Mamina

Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, ul. 8 Marta 202, Yekaterinburg, 620144 Russia

e-mail: mamina@ipae.uran.ru

Received August 19, 2011

The morphofunctional analysis of testes and sperms in bank vole (*Clethrionomys glareolus*, Schreber, 1780) from a natural population is carried out to assess the reproductive potential of animals. It is shown that the reproductive success of males depends on the density of the population. Under physiological stress, such as a "peak" of the population size, the animals, against a background of accelerated aging, have activation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis, which contributes to oppression of the spermatogenesis process. The absolute weight of the testes is not always the determining factor in assessing the fertility of the animal. The informative indicators of the reproductive success of males and the population as a whole include the level of destructive changes in the endocrine and germinal regions of morphological defects of the testis and sperm.