

ПЛЕМЕННОЕ ДЕЛО И РАЗВЕДЕНИЕ

УДК 636.934

DOI: 10.24418/KIPZ.2019.6.0001

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕПРОДУКТИВНЫЙ УСПЕХ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА КУНЬИХ (*Mustelidae*)

Д.В. Попов, И.С. Кашапова, Б.В. Новиков, Е.С. Щукина, Г.Ю. Косовский

ФГБНУ НИИПЗК

электронный адрес: niipzk@mail.ru

Биология воспроизводства млекопитающих в течение нескольких столетий является предметом исследования учёных разных направлений. Современные методики, а также накопленные теоретические и экспериментальные данные позволяют управлять репродуктивными процессами большинства домашних и сельскохозяйственных видов. Наиболее перспективным объектом пушного звероводства сегодня являются представители семейства куньих (*Mustelidae*), однако методы управления воспроизводством этих животных остаются неразработанными. Задачами исследовательской работы для управления воспроизводством представителей куньих, прежде всего, является получение новых фундаментальных знаний о физиологии репродукции и развития этих животных, а также разработка прикладных научных методов, как для нужд пушной индустрии, так и с целью сохранения и преумножения популяций исчезающих видов, в том числе, путем создания криобанков гамет и эмбрионов. В обзоре приводится краткое описание репродуктивной физиологии представителей семейства куньих, рассматриваются факторы, влияющие на репродуктивный успех куньих, такие как доступность кормовых ресурсов, климатические условия, состояние здоровья животных, эпидемиологическая обстановка, концентрация особей в ареале и т.д. Представленные данные рекомендуются использовать при разработке систем содержания куньих в звероводческих хозяйствах для эффективного разведения животных и управления их воспроизводством с целью максимального использования биологического потенциала зверей.

Ключевые слова: куньи, норка, репродукция, воспроизводство, диапауза, гормоны.

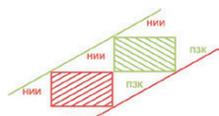
Биология воспроизводства млекопитающих в течение нескольких столетий является актуальным предметом изучения многих ученых. Современные методики и накопленные теоретические и экспериментальные данные позволяют управлять репродуктивными процессами большинства домашних и сельскохозяйственных видов животных [1].

В двадцатом веке в промышленное использование введены некоторые виды диких животных, в основном, пушных зверей, таких как чёрно-бурая лисица, американская и европейская норка, соболь [2–4], но методы управления процессами воспроизводства этих животных до сих пор не разработаны.

Наиболее перспективным объектом пушного звероводства сегодня являются представители семейства куньих (*Mustelidae*), относящихся к классу млекопитающих, отряду хищных.

По данным Большой российской энциклопедии семейство включает 24 рода (55 видов), в том числе, барсуки (*Meles*), выдры (*Lutra*), гризоны, каланы (*Enhydra*), куницы, ласки и хорьки (*Mustela*), медоеды (*Mellivora*), перевязки (*Vormela*), росوماхи (*Gulo*), тайры (*Eira*), теледу (*Arctonyx*), европейская (*Mustela lutreola*) и американская (*Neovison vison*) норки и др.

Представителей семейства *Mustelidae* условно подразделяют на 3 группы: мелкие (длина тела 11–50 см), средние (50–100 см) и крупные (100–150 см). Куньи характеризуются удлинённым туловищем, короткими пятипалыми конечностями с невытяжными когтями и являются пальцеходящими (куницы, хорьки и ласки), стопоходящими (барсуки, медоеды) или полу-стопоходящими (росомахи) [5]. У большинства куньих половая зрелость наступает в 8–16 месяцев, исключение составляют самки горностая и



перевязки [4], росوماхи обоих полов достигают половой зрелости в 4 года [6], половая зрелость самцов каланов наступает к 5–6 годам (способность к воспроизводству сохраняется на протяжении всей жизни), самок – к 4 годам (реже к 2–3 годам) [8], самки барсуков становятся половозрелыми на 2 году жизни, самцы – на третьем. Также у большинства представителей отмечается феномен диапаузы – временной задержки или полной остановки развития бластоцисты, являющейся эволюционно адаптивным свойством организма, обеспечивающим рождение щенков в наиболее подходящий с точки зрения влияния экзогенных факторов и готовности матери к родам и уходу за потомством период [4].

Задачами исследовательской работы для изучения биологии размножения представителей кунных, прежде всего, является получение новых фундаментальных знаний о репродуктивных процессах и развитии этих животных, а также разработка прикладных научных методик, как для нужд пушной индустрии, так и с целью сохранения и преумножения популяций исчезающих видов, в том числе, путем создания криобанков генетического материала [9, 6, 4].

Методы изучения репродуктивных процессов кунных должны разрабатываться с учетом видовых особенностей животных, а также уровня стресса, которому подвергаются звери, биологической сезонности, характеризующейся отличительными особенностями для каждого вида, и наличия или отсутствия периода гибернации.

Сведения о размножении диких животных получают в результате тропления зверей по следам на снегу в период гона, отлова молодняка, сбора биологических отходов и экскрементов, морфогистологического анализа половых органов зверей, отловленных в брачный период [4]. Данные о биологии воспроизводства представителей семейства кунных, используемых в клеточном пушном звероводстве, получают посредством зоотехнических, ветеринарных, лабораторных (микроскопия, цитология, радиоиммунология и т.д.) исследований, в том числе, современных биотехнологических способов [10].

Установлено, что уровень репродуктивной активности кунных в течение жизни, согласно биологическим закономерностям, с момента

полового созревания и до наступления физиологической старости достигает пика и в последующем претерпевает постепенный спад, что обусловлено: особенностями течения физиологического/поведенческого созревания; различиями уровней энергетических затрат на воспроизводство у животных разных возрастных групп; доступностью кормовых ресурсов в период размножения и созревания организма [11, 12].

На репродуктивный успех животных наибольшее влияние оказывают условия их жизни.

Во время лактации самки испытывают повышенную потребность в питательных веществах для обеспечения щенков должным количеством молока надлежащего качества и поддержания собственного здоровья. Применение скудного рациона к лактирующим самкам повышает риск смертности как молодняка, так и матери [13, 14]. Выявлено, что поведение самок, размер гнезда и живая масса детенышей при рождении являются основными факторами, влияющими на жизнеспособность подсосных щенков, при этом, повышенные температура и влажность воздуха в гнезде не оказывают значительного воздействия на здоровье потомства, что подтверждает необходимость поддержания условий особого ухода за самками, находящимися в состоянии беременности и лактации, а также оптимизации ведения селекционной работы [15].

Оценка фенотипических и генетических параметров репродуктивных признаков у норок включает такие показатели, как общее число родившихся щенков от одной самки, количество живых щенков при рождении и отъеме, жизнеспособность при рождении и отъеме, продолжительность беременности, средний вес щенков в гнезде при рождении, в 3-х недельном возрасте и при отъеме. С целью повышения качества отбора норок родительского стада рекомендуется использовать генетические и геномные методы оценки [16].

Установлено, что большая живая масса родителей способствует ожирению потомков, что влечет метаболические нарушения и, следовательно, снижение репродуктивной функции. Применение рационов пониженной калорийности является эффективным методом снижения уровня окислительного стресса, сохранения здоровья родителей и потомков, поддержания ре-

продуктивного успеха [17].

Выявлено, что возраст самок при первом и последующих спариваниях, количество спариваний, а также цвет волосяного покрова значимо влияют на оплодотворяемость, течение беременности, количество и качество потомства, что необходимо учитывать при промышленном разведении. Так, молодые самки для успешного оплодотворения нуждаются в большем количестве спариваний, при этом, количество пропустивших сапфировых норок достоверно превышает таковое у черных. Оптимальным временем спаривания является период с 11 по 25 марта [18]. Доказано, что при рождении живая масса щенков черных норок меньше, чем норок других фенотипов [19]. Установлено, что большая живая масса щенков достигается скрещиванием линий одного и того же цветового типа [19].

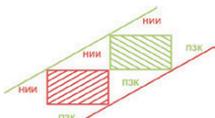
У норок предполагаемый процент рождения живых щенков и размер будущего гнезда могут быть частично спрогнозированы путем измерения уровня прогестерона в крови. Однако стресс, связанный с забором крови, увеличивает частоту неудачных спариваний, прерывания беременности и гибели эмбрионов. Поэтому для измерения концентрации прогестерона изучают его фекальный метаболит (прогестин). Средние концентрации фекального прогестина, полученные в период от спаривания до предполагаемого времени наступления диапаузы, у оплодотворенных и не оплодотворенных самок не различаются независимо от количества спариваний. Однако средняя концентрация прогестина у норок в постимплантационный период значимо отличалась от таковых у пропустивших самок. Таким образом, показатели концентрации фекального прогестина являются критерием выявления беременности норок после имплантации бластоцисты [20]. Однако в исследованиях других авторов отмечается, что повышенный уровень метаболитов прогестерона указывает на овуляцию и не может являться достоверным критерием отличия беременности от псевдобеременности. Так, авторами отмечено, что периодически повышенный уровень метаболитов прогестерона наблюдается у самок, находящихся на удаленном расстоянии от самцов, что указывает на спонтанную овуляцию. В тоже время, установлено, что помещение репродуктивно успеш-

ных самцов и самок в непосредственно близости друг от друга способствует надлежащему поведению животных и размножению [21].

Изучение эндокринных механизмов воспроизводства кунных является одной из важнейших задач репродуктивной биотехнологии в звероводстве. Выявлено, что изолированные яичники способны выделять прогестерон, эстрадиол, окситоцин, простагландины F и E, а уровни прогестерона, продуцируемого в яичниках старых животных, ниже, чем таковые у молодых, тогда как уровни других гормонов не различаются (стероидные гормоны прогестерон и эстрадиол, пептидные гормоны окситоцин и простагландин F (PGF) и E (PGE), фолликулостимулирующий гормон (ФСГ) и грелин). При этом ФСГ стимулирует секрецию прогестерона и эстрадиола, и подавляет выработку окситоцина и простагландина F и не влияет на высвобождение простагландина E. Ингибирование активности ФСГ влечет инактивацию секреции прогестерона, эстрадиола, окситоцина и простагландина F, и инициирует старение яичников, при этом, влияния на простагландин E также не отмечается независимо от возраста исследуемого животного. Старение яичников также может быть связано с ингибирующим влиянием грелина на простагландины яичников и его нейтральным воздействием на выход простагландина F, причем, для выработки эстрадиола (но не прогестерона) и окситоцина грелин является стимулирующим фактором, а собственно старение не влияет на секрецию и активность грелина. Предполагается, что репродуктивное старение у норок связано с уменьшением базального высвобождения прогестерона и изменениями в реакции эстрадиола, окситоцина, простагландина F (но не простагландина E) на ФСГ и грелин [22].

Направленное создание популяций зверей, отловленных в дикой природе, является необходимым условием сохранения исчезающих видов. Обеспечение успешного размножения таких животных в неволе наиболее важно для поддержания популяции, при этом, отбор родительских пар является одним из важнейших аспектов, в том числе, с целью предотвращения инбридинга [23].

Изучение репродуктивной физиологии и анализ фекальных метаболитов эстрогенов



и прогестерона европейской норки (*Mustela lutreola*), находящейся на грани исчезновения, подтвердило, что их концентрации значительно повышены во время беременности. Интересно, что в отличие от американской, у европейской норки эмбриональной диапаузы не происходит. В период лактации уровень метаболитов прогестерона также достоверно выше, чем у не лактирующих самок. В период спаривания максимальные уровни концентрации эстрогена отмечаются до четырех раз, что подтверждает сезонную полиэстричность европейской норки (polyestrous). Результаты измерений метаболитов прогестерона демонстрируют возможность применения хорионического гонадотропина hCG в качестве индуктора овуляции у европейской норки [24]. Известно, что продолжительность первой волны эструса у европейской норки составляет 1–12 дней. В случае отсутствия самца подавляющее большинство самок вступает во второй эструс спустя 12–55 дней [25]. Установлено, что концентрация фекального прогестерона на 8–12-е сутки после оплодотворения выше в сравнении с периодом эструса. Достоверно известно, что имплантация бластоцисты у этого вида происходит в течение 12 дней, как и у хорьков, которые также характеризуются отсутствием диапаузы [25].

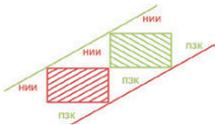
Отсутствие инфекционных заболеваний также является важным фактором репродуктивного успеха. Заболевания, вызванные наличием некоторых штаммов герпесвирусов, бактериями *Clostridium limosum*, токсоплазмами, а также алектская болезнь норок влекут низкую оплодотворяемость, аборт и смерть животных, поэтому необходимым условием является соблюдение всех зоотехнических и ветеринарных правил.

В заключение следует отметить, что, несмотря на практически вековой опыт исследования физиологии воспроизводства кунных, это направление исследований остается до конца не разработанным. С целью повышения репродуктивного успеха перспективных объектов звероводства необходимо разрабатывать комплексные биотехнологические методы управления их репродуктивными процессами, а также эффективные технологии ветеринарного обеспечения и содержания животных.

Список литературы

1. Moore S. G., Hasler J. F. 100-Year Review: Reproductive technologies in dairy science. *J. Dairy Sci.*, 2017, N 100 pp.10314–10331 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13138>
2. Абрамов М.Д. Норководство. М.: Колос, 1974, 208 с. // Abramov M.D. 1974. Norkovodstvo [Mink breeding], M.: Kolos, 208 p.
3. Глазко В.И., Косовский Г.Ю., Глазко Т.Т. Доместикация как генетический феномен. *Кролиководство и звероводство*, 2018, № 1, стр. 5–8. // Glazko V.I., Kosovsky G.Yu., Glazko T.T. Domestication as a genetic phenomenon. *Krolikovodstvo i zverovodstvo [Rabbit and fur-animal farming]*, 2018, N1, pp. 5–8
4. Терновский Д.В., Терновская Ю.Г. Экология кунцеобразных. Новосибирск, Наука, 1994, 223 с. // Ternovsky D.V., Ternovskaya Yu. G. Ekologia kunitseobraznykh [The ecology of Mustelidae] Novosibirsk, Nauka, 1994, 223 p.
5. Большая российская энциклопедия / электронный ресурс // <https://bigenc.ru/biology/text/2122181> // Bol'shaya Rossiyskaya Entsiklopedia [Big Russian Encyclopedia] / electronic source // <https://bigenc.ru/biology/text/2122181>
6. Новиков Б.В. Росомаха. М.: Изд-во ЦНИЛ охотничьего хозяйства и заповедников, 1993, 135 с. // Novikov B.V. Rosomakha [The wolverine]. Publishing House of the TsNIL okhotnich'ego khozaystva i zapovednikov, 1993, 135 p.
7. Киселёва Н.В. Состояние Европейской норки в России и пути сохранения вида. *Бюл. моск. о-ва испытателей природы. отд. биол.*, 2017, **122** (4) // Kiseleva N.V., 2017, Sostoyanie Evropeyskoy norki v Rossii i puti sokhraneniya vida [State of the European mink in Russia and ways of the species preservation], *Bul.mosk.o-va ispytateley prirody, отд. biol.*, 2017, **122** (4)
8. Кусто Жак-Ив., Паккале И. *Лососи, бобры, каланы*. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 288 с. // Kusto Jak Iv, Pakkale I. [Jacques-Yves Cous-

- teau et Yves Paccalet, Saumons, castors et loutres], 1983
9. Амстиславский С.Я. Репродуктивная физиология исчезающего вида – европейской норки и эмбриотехнологии ее сохранения. *Current Evolutionary Thinking in Biology, Medicine and Sociology International Conference Dedicated to 90 Anniversary of Prof. Dmitry K. Belyaev 7-9 August 2007, Novosibirsk, Russia*
 10. Deng L., Li C., Chen L., Liu Y., Hou R., Zhou X. Research advances on embryonic diapause in mammals. *Anim Reprod Sci.*, 2018, N 198, p. 1–10. doi:10.1016/j.anireprosci.2018.09.009 Epub 2018 Sep 20
 11. Rauset G.R., Low M., Persson J. Reproductive patterns result from age-related sensitivity to resources and reproductive costs in a mammalian carnivore. *Ecology*, 2015, v. 96, N 12, pp.3153–64
 12. Santymire R.M., Lavin S.R., Branvold-Faber H., Kreeger J., Marinari P. Effect of dietary vitamin E and prey supplementation on semen quality in male black-footed ferrets (*Mustela nigripes*). *Theriogenology*, 2015, v. 84, N 2, p.217–25. doi: 10.1016/j.theriogenology.2015.03.007 Epub 2015 Mar 18
 13. Chinn S.M., Miller M.A., Tinker M.T., Staedler M.M., Batac F.I., Dodd E.M., Henkel L.A. The high cost of motherhood: end-lactation syndrome in southern sea otters (*Enhydra lutris nereis*) on the central california coast, USA. *J Wildl. Dis.*, 2016, v. 52, N 2, 307–18 doi: 10.7589/2015-06-158 Epub 2016 Mar 11
 14. Thometz N.M., Kendall T.L., Richter B.P., Williams T.M. The high cost of reproduction in sea otters necessitates unique physiological adaptations. *J Exp Biol.*, 2016, v. 219 (Pt 15) p.2260-4 doi: 10.1242/jeb.138891
 15. Schou T.M., Malmkvist J. Early kit mortality and growth in farmed mink are affected by litter size rather than nest climate. *Animal.*, 2017, v. 11, N 9, p.1581–1589. doi: 10.1017/S1751731117000234 Epub 2017 Feb 20
 16. Karimi K, Sargolzaei M., Plastow G.S., Wang Z., Miar Y. Genetic and phenotypic parameters for litter size, survival rate, gestation length, and litter weight traits in American mink. *J Anim Sci.*, 2018, v. 96, N 7, p. 2596–2606. doi: 10.1093/jas/sky178
 17. Boudreau L., Benkel B., Astatkie T., Rouvinen-Watt K. Ideal body condition improves reproductive performance and influences genetic health in female mink. *Anim Reprod Sci.*, 2014, v. 145, N 1-2, p. 86–98 doi: 10.1016/j.anireprosci.2014.01.004 Epub 2014 Jan 17
 18. Felska-Błaszczyk L., Lasota B., Seremak B. Conception rates in farm mink (*Neovison vison*) in relation to first mating date, age and color variety. *Anim Sci J.*, 2016, v. 87 N 7, p.873–7 doi: 10.1111/asj.12517 Epub 2015 Oct 5
 19. Thirstrup J.P., Larsen P.F., Pertoldi C., Jensen J. Heterosis and genetic variation in the litter size of purebred and crossbred mink. *J Anim Sci.* 2014, v. 92 N 12, p. 5406-16 doi: 10.2527/jas.2014-7781 Epub 2014 Nov 17
 20. Cao X., Zhao J., Liu Y., Ba H., Wei H., Zhang Y., Wang G., Murphy B.D., Xing X. Transcriptome Changes in the Mink Uterus during Blastocyst Dormancy and Reactivation. *J Mol Sci.*, 2019, v. 20, N 9, pii: E2099 doi: 10.3390/ijms20092099
 21. Metrione L.C., Bateman H.L., Swanson W.F., Penfold L.M. . Characterization of the behavior and reproductive endocrinology of giant river otters (*Pteronura brasiliensis*) in managed care. *Zoo Biol.*, 2018, v. 37, N5, p.300–309 doi: 10.1002/zoo.21441. Epub 2018 Aug 29
 22. Sirotkin A.V., Mertin D., Süvegová K., Lauričik J., Morovič M., Harrath A.H., Kotwica J. Mink aging is associated with a reduction in ovarian hormone release and the response to FSH and ghrelin. *Theriogenology*, 2016, v. 86, N 5, p. 1175–81. doi: 10.1016/j.theriogenology.2016.04.007 Epub 2016 Apr 13



23. Kiik K., Maran T., Nemvalts K., Sandre S.L., Tammaru T. Reproductive parameters of critically endangered European mink (*Mustela lutreola*) in captivity. *Anim. Reprod Sci.*, 2017, v. 181, p. 86–92 doi: 10.1016/j.anireprosci.2017.03.019 Epub 2017 Mar 31
24. Nagl A., Kneidinger N., Kiik K., Lindeberg H., Maran T., Schwarzenberger F. Noninvasive monitoring of female reproductive hormone metabolites in the endangered European mink (*Mustela lutreola*). *Theriogenology*, 2015, v. 84, N 9, p. 1472–81 doi: 10.1016/j.theriogenology.2015.07.023 Epub 2015 Aug 5
25. Amstislavsky S., Lindeberg H., Ternovskaya Y., Zavjalov E., Zudova G., Klochkov D., Gerlinskaya L. Reproduction in the European Mink, *Mustela lutreola*: Oestrous Cyclicity and Early Pregnancy. *Reprod Domest Anim*, 2009, v. 44, N 3, 489–498 doi: 10.1111/j.1439-0531.2008.01216

FACTORS AFFECTING THE REPRODUCTIVE SUCCESS OF THE MUSTELIDAE MEMBERS

D.V. Popov, I.S. Kashapova, B.V. Novikov, E.S. Shchukina, G.Yu. Kosovsky

FSBSI NIIPZK

e-mail: niipzk@mail.ru

Summary. The biology of the mammal reproductive system is a challenge for scientists working in the various areas. The high technologies along with the theoretical and experimental data accumulated so far create the possibilities to control the reproductive processes of most domestic and agricultural animals. Though the members of the *Mustelidae* are the most promising objects of fur farming, we cannot control their reproduction cycles. The main purpose of the paper is to review the studies on the *Mustelidae* reproduction biology. The structured information will provide the scientists with the new fundamental knowledge on the physiology of the reproduction system and growth features of these animals, which, in turn, will serve as a basis for the development of the applied methods both for the needs of the fur industry and for the preservation and multiplication of the populations of endangered species by the establishment of genetic material cryobanks. The review presents a brief description of the *Mustelidae* reproductive physiology, considers factors affecting their reproductive success, such as the availability of feed resources, climatic conditions, animal health, epidemiological conditions, amount of the animals in the habitat, etc. These data can be used to develop the *Mustelidae* management systems in the fur farms for the purposes of effective animal breeding by controlling their sexual functions in order to maximize the use of the biological potential of animals.

Keywords: *Mustelidae*, mink, reproductive success, reproduction, diapause, hormones.