

**ЛИНЬКА АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕНОТИПА
И ХАРАКТЕРА ПОВЕДЕНИЯ**¹Т.А. Кванская, магистрант¹З.Н. Алексеева, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор²О.В. Трапезов, доктор биологических наук, профессор**Ключевые слова:** линька, американская норка, domestикация, генотип, поведение¹Новосибирский государственный аграрный
университет, Новосибирск, Россия²Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

E-mail: kvanskaya@bk.ru

*Реферат. Объектом исследований являлась американская норка – хищник, полуводный представитель семейства куньих. Исследование проводилось на взрослом поголовье самцов и самок 22-го поколения разных поведенческих типов и генотипов на Экспериментальной звероферме Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук. Общее количество исследуемых составило 547 животных генотипов Standard dark brown (+/+), Hedlund-white (h/h) и черный хрусталь ($C_{\text{H}}/+$). Все животные находились в одинаковых условиях и получали корм *ad libitum* (лат. – досыта) по единому рациону один раз в сутки во второй половине дня. Результаты исследований обработаны стандартным биометрическим методом. Сравнение проводилось по критерию Стьюдента. Цель данной работы состояла в изучении хода линьки американской норки в зависимости от генотипа, поведенческого характера и пола зверей. В конце августа была проведена глазомерная оценка хода линьки по хвосту. Баллы присваивались индивидуально каждому животному (от 0 до 5 баллов). В ходе изучения процесса линьки американской норки было выявлено, что у самцов-агрессоров генотипов черный хрусталь и хедлунд линька протекала значительно интенсивнее, чем у животных стандартного генотипа (на 1,9 и 1,3 балла), а у самок агрессивного типа поведения стандартного генотипа быстрее, чем у самок генотипов хедлунд и черный хрусталь (на 1,8 и 1,6 балла). При сравнении данных по полу у животных различных генотипов и поведенческих реакций наилучший ход линьки установлен у самцов-агрессоров генотипов хедлунд и черный хрусталь в сравнении с самками тех же генотипов (на 0,6 и 0,5 балла соответственно). Вследствие domestикации и селекции происходят изменения в хозяйственно полезных признаках животных, исследования в данной области дают возможность изучить эти процессы и применять их на практике. Игнорирование биологических особенностей норок создает угрозу для возникновения и развития серьезных отклонений в метаболизме, что может привести к снижению продуктивности и даже к летальному исходу.*

MOLT OF THE AMERICAN MINK, DEPENDING ON THE GENOTYPE AND NATURE OF THE BEHAVIOR

¹ T.A. Kvanskaia, graduate student

¹ Z.N. Alekseeva, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

² O.V. Trapezov, Doctor of Biological Sciences, Professor

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

²Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Novosibirsk, Russia

Key words: molt, American mink, domestication, genotype, behavior.

Abstract. The object of research was the American mink, a predator, a semi-aquatic representative of the mustelidae family. The study was carried out on an adult population of males and females of the 22nd generation of different behavioral types and genotypes at the Experimental Fur Farm of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. The total number of studied animals was 547 ones of the Standard dark brown (+/+), Hedlund-white (h/h) and black crystal (CR/+) genotypes. All animals were kept in the same conditions and received food edlibitum (lat. – full) on a unified ratio once a day in the afternoon. The research results were processed using a standard biometric method. The comparison was carried out according to the Student's test. The aim of this work was to study the course of molting of the American mink depending on the genotype, behavioral character and gender of animals. At the end of August, a visual assessment of the course of molt along the tail was carried out. Points were assigned individually to each animal (from 0 to 5 points). During the study of the molting process of the American mink, it was found that in male aggressors of the black crystal and headlund genotypes, molting proceeded much more intensively than in animals of the standard genotype (by 1.9 and 1.3 points), and in females of the aggressive type of behavior of the standard genotype it was faster than in females of genotypes headlund and black crystal (by 1.8 and 1.6 points). When comparing gender data in animals of different genotypes and behavioral reactions, the best molt course was found in male aggressors of the Hedlund and Black Crystal genotypes in comparison with females of the same genotypes (by 0.6 and 0.5 points, respectively). Due to domestication and selection, changes occur in the economically useful traits of animals. Research in this area makes it possible to study these processes and apply them in practice. Ignoring the biological characteristics of minks creates a threat to the emergence and development of serious abnormalities in metabolism, which can lead to a decrease in productivity and even death.

Актуальность настоящей работы связана с выявлением физиологических особенностей американской норки при ее доместикации.

Доместикация – сложный эволюционный процесс, характеризующийся множеством морфологических и физиологических изменений в организме животных. Для понимания этого процесса мощным инструментом явилась генетика, благодаря которой на сегодняшний день можно точно определить изменения в организме доместичированных животных на геномном уровне. Так, было выявлено, что в доместикации свою роль сыгра-

ли мутации, оказывающие существенное влияние и на рекомбинацию генов, и на скрытый резерв наследственности, и на прямой эффект отбора [1, 2].

До сих пор остается неясным, как и когда первоначально началось одомашнивание, но тем не менее снижение страха перед людьми считается важнейшей предпосылкой на ранней стадии приручения [3].

Первым ответом отбора американской норки на одомашнивание явилось изменение однородности исходной стандартной окраски мехового покрова в виде появления обширной белой пятнистости (пегости) [4].

Впервые американскую норку на территорию России завезли в 1928 г. Для улучшения продуктивных качеств норок различных типов начали скрещивать между собой, и уже в 1969 г. была утверждена порода стандарт с двумя внутривидовыми типами: черного и темно-коричневого окраса [5].

Ослабление естественного отбора, мутации и исключение инбредной депрессии позволили выявить у норок генотипа стандарт множество поразительных фенотипических признаков, которые, вероятно, не смогли бы раскрыться в дикой природе. Именно благодаря одомашниванию в настоящее время появилась возможность создавать новые породы с разнообразным окрасом волосяного покрова [6,7].

Было выявлено также, что мутации, затрагивающие окраску меха, влияют и на проявление других признаков:

- угнетение репродуктивной системы норок вплоть до высокой гибели щенков;
- модулирование пространственной упаковки пигментных гранул в волосе;
- воздействие на метаболизм биогенных аминов (серотонина и дофамина), что тесно связано с проявлением одомашнивающего поведения;
- снижение резистентности к возбудителям бактериальных и вирусных заболеваний, низкая жизнеспособность.
- влияние на эндокринную функцию надпочечников;
- воздействие на активность и выработку пищеварительных ферментов;
- модифицирование субклеточной структуры лейкоцитов;
- изменение состояния антиоксидантной системы и изоферментный спектр лактатдегидрогеназы в органах и тканях [8].

Наряду с отбором по окраске основным направлением селекции явилось и увеличение массы тела, так как данный признак имеет положительную корреляцию с площадью получаемой от животного шкурки [9].

Еще одной важной составляющей естественного отбора при клеточном разведении американской норки стало изменение харак-

теристик волос: по длине, густоте, структуре и уравниваемости [10].

Помимо работы с цветовыми мутациями и улучшением качеств опушения начался отбор на агрессивное и ручное поведение по отношению к человеку, так как полиморфизм по оборонительной реакции в популяциях американской норки считается необходимым условием для успешного одомашнивания [11].

Кроме этого, промышленная одомашнивание норок в условиях клеточного разведения привела к изменениям воспроизводительной способности. Установлено, что у дикой норки половая охота наступает всего один, реже два раза за период гона, в то время как у клеточной норки количество охот за период течки бывает не менее двух–трех, а иногда и более [12, 13].

В ходе разведения американских норок произошли определенные изменения в морфологическом и функциональном состоянии внутренних органов. Выявлено, что в процессе одомашнивания уменьшились относительная масса головного мозга, масса сердца и индекс легких несмотря на значительное повышение живой массы животных [12].

При этом абсолютная масса сердца и печени существенно увеличилась. Сократилась нагрузка на сердечно-сосудистую систему и снизилась интенсивность обмена веществ [15]. Примечательно, что у самцов индекс легких и масса мозга уменьшилась, а у самок остались неизменными.

Цель данной работы состояла в изучении хода линьки американской норки в зависимости от генотипа и поведенческого характера.

Задачами работы предусматривалось:

- 1) оценить ход линьки у самцов разных генотипов.
- 2) оценить ход линьки у самок разных генотипов.
- 3) дать оценку линьки в зависимости генотипа и поведения зверей.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Работа выполнена в летний период 2019 г. В исследование были взяты норки клеточного разведения: Standard dark brown (+/+), Hedlund-

white (h/h) и черный хрусталь (C_R/+) из коллекции генотипов, разводимых на Экспериментальной звероферме ИЦиГ СО РАН.

Для опыта были отобраны взрослые самцы и самки, селекционируемые на ручное и агрессивное поведение (табл. 1).

Таблица 1

**Схема опыта
Experience scheme**

Генотип	Поведенческий тип	Пол	Количество голов	Индекс (i) упитанности	Линька, баллов
Standard dark brown (+/+)	Ручные	♀	155	$i = \frac{\text{масса(г)}}{\text{длина тела(см)}}$	От 0 до 5
		♂	44		
	Агрессивные	♀	157		
		♂	53		
Hedlund-white (h/h)	Ручные	♀	42		
		♂	6		
	Агрессивные	♀	22		
		♂	4		
Черный хрусталь (C _R /+)	Ручные	♀	13		
		♂	4		
	Агрессивные	♀	28		
		♂	19		

Все животные находились в одинаковых условиях и получали корм ad libitum (лат. – досыта) по единому рациону один раз в сутки во второй половине дня.

Работа проводилась на взрослом поголовье американских норок 22-го поколения селекции на ручное и агрессивное поведение.

В конце августа была проведена глазомерная оценка хода линьки по хвосту. Баллы присваивали индивидуально каждому животному (от 0 до 5), затем суммировали по генотипам и поведенческим реакциям, а после делили на поголовье в группе.

Индекс упитанности определяли по отношению массы тела животного (г) к его длине (см).

Результаты исследований обработаны стандартным биометрическим методом. Сравнение проведено по критерию Стьюдента.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Принимая во внимание тот факт, что на динамику линьки оказывают влияние не только фотопериодизм, но и генотип, пол, поведенческий тип и упитанность животных, представлялось целесообразным оценивать ход линьки норок, разделенных по всем вышеперечисленным показателям (табл. 2).

Таблица 2

**Ход линьки у самцов разных генотипов и поведенческих реакций
Molt course in males of different genotypes and behavioral responses**

Генотип	Поведенческий тип	Количество голов	Индекс упитанности	Линька, баллов
Standard dark brown (+/+)	Ручные	44	39,20±0,52	3,10±0,21
	Агрессивные	53	41,00±0,20	4,30±0,10
Hedlund-white (h/h)	Ручные	6	37,70±1,40	3,70±0,43
	Агрессивные	4	28,30±2,30**	5,00±0,01*
Черный хрусталь (C _R /+)	Ручные	4	36,30±0,37*	5,00±0,02**
	Агрессивные	19	38,20±0,16	4,90±0,05

Примечание. Здесь и далее: *P<0,05; **P<0,01 в сравнении со Standard dark brown.
Hereinafter: * P <0,05; ** P <0,01 compared to Standard dark brown.

Таблица 3

Ход линьки у самок разных генотипов и поведенческих реакций
Molt course in females of different genotypes and behavioral responses

Генотип	Поведенческий тип	Количество голов	Индекс упитанности	Линька, баллов
Standard dark brown (+/+)	Ручные	155	21,40±0,79	2,90±0,12
	Агрессивные	157	23,70±1,29	4,70±0,10*
Hedlund-white (h/h)	Ручные	42	22,60±1,01	3,90±0,20
	Агрессивные	22	22,50±0,67	4,40±0,12
Черный хрусталь (C _R /+)	Ручные	13	21,30±0,20	4,50±0,14*
	Агрессивные	28	23,90±0,31*	4,70±0,11

Из таблицы следует, что у самцов ручного типа поведения генотипа черный хрусталь и самцов-агрессоров хедлунд линька протекала значительно интенсивнее, чем у стандартных (на 1,9 балла). Среди самцов стандартного генотипа и хедлунд были обнаружены достоверные различия – животные ручного типа поведения уступали агрессивным на 1,2 и 1,3 балла. Различий в динамике прохождения линьки у норок генотипа черный хрусталь не наблюдалось. Также обнаружены достоверные различия по индексу упитанности среди самцов агрессивного поведенческого типа генотипа стандарт и хедлунд (на 12,7), а между ручными самцами генотипов стандарт и черный хрусталь на 2,9 соответственно.

Исходя из данных, приведенных в табл. 3, можно сказать, что у самок агрессивного типа поведения стандартного генотипа линька протекала быстрее, чем у самок ручного типа поведения (на 1,8 балла). Были обнаружены достоверные различия между самками ручного поведенческого типа стандарт и черный хрусталь на 1,6 балла. По индексу упитанности среди самок генотипа черный хрусталь, селекционируемых на ручное поведение, и тех же самок-агрессоров также были обнаружены достоверные различия (на 2,6).

При сравнении данных о прохождении линьки у американской норки различных генотипов и поведенческих реакций по полу (табл. 4) можно отметить наилучший ход

Таблица 4

Сравнительная оценка линьки американской норки в зависимости от пола
Comparative assessment of American mink shedding depending on gender

Генотип	Поведение	Линька, баллов	
		Самцы	Самки
Standard dark brown (+/+)	Ручные	3,1±0,21	2,9±0,12
	Агрессивные	4,1±0,2	4,7±0,1*
Hedlund-white (h/h)	Ручные	3,7±0,43	3,9±0,2
	Агрессивные	5±0,01**	4,4±0,12
Черный хрусталь (C _R /+)	Ручные	5±0,02*	4,5±0,14
	Агрессивные	4,9±0,05	4,7±0,11

линьки у самцов-агрессоров генотипов хедлунд и черный хрусталь в сравнении с самками тех же генотипов (на 0,6 и 0,5 балла соответственно).

Существенных различий в динамике линьки между самцами и самками стандартного генотипа не наблюдалось.

ВЫВОДЫ

1. Оценка хода линьки у самцов разных генотипов и поведенческих реакций показывает, что у самцов-агрессоров генотипа черный хрусталь и хедлунд она протекала значительно интенсивнее, чем у животных стандартного генотипа (на 1,9 и 1,3 балла).

2. У самок агрессивного типа поведения стандартного генотипа линька протекала быстрее, чем у самок генотипов хедлунд и черный хрусталь (на 1,8 и 1,6 балла).

3. При сравнении данных о прохождении линьки у норок различных генотипов и по-

веденческих реакций по полу наилучший ход линьки отмечен у самцов-агрессоров генотипов хедлунд и черный хрусталь в сравнении с самками тех же генотипов (на 0,6 и 0,5 балла соответственно).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Трапезов О.В.* Гомологические ряды изменчивости окраски меха у американской норки в условиях доместикации // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17, № 4–2. – С. 872–883.
2. *Genomic, Transcriptomic and Epigenomic Tools to Study the Domestication of Plants and Animals: A Field Guide for Beginners / Josué Barrera-Redondo, Daniel Piñero, Luis E. Eguiarte // Front. Genet. Mexico. – 2020. – Vol. 31, N 1. – P. 35–42.*
3. *Genome-wide analysis reveals molecular convergence underlying domestication in 7 bird and mammals / Yali Hou, Furong Qi, Xue Bai [et al.] // BMC Genomics. – 2020. – Vol. 21, № . 204. – P. 24.*
4. *Трапезов О.В.* Об одомашнивании пушных зверей (к 140-летию выхода в России труда Ч. Дарвина: «Прирученные животные и возделанные растения») // Информационный вестник ВОГиС. – 2007. – Т. 11, № 1. – С. 45–61.
5. *Молькова А.А., Носырева Ю.Н.* Воспроизводительные способности и продуктивные качества норок при использовании кедровой муки: монография / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А.А. Ежовского. – Иркутск, 2018. – С. 14–18.
6. *Domestication leads to increased predation susceptibility / Monica F. Solberg, Grethe Robertsen, Line E. Sundt-Hansen [et al.] // Scientific Reports. – 2020. – Vol. 10, N 1929. – P. 31.*
7. *Трапезов О.В.* Регуляторные эффекты генов поведения и управление окрасочным формообразованием у американских норок (*Mustela vison* Schreber, 1777) // Информационный вестник ВОГиС. – 2008. – № 1–2. – С. 63–83.
8. *Моделирующее* действие мутаций генов, затрагивающих окраску волосяного покрова, на генерацию и нейтрализацию активных форм кислорода. Американская норка (*Neovison vison*) как модель / С.Н. Сергина, В.А. Илюха, И.В. Баишникова, Т.Н. Ильина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – Т. 19, № 3. – С. 296–302.
9. *Взаимосвязь* массы и площади шкурок у самцов норок разных пород / А.А. Ходусов, М.Е. Пономарева, В.И. Коноплев, В.Ф. Филенко, Н.А. Паршина // Вестник АПК Ставрополья. – 2017. – № 4 (28). – С. 82.
10. *Колдаева Е.М., Колдаев Н.А.* Доместикация и хозяйственно полезные признаки у пушных зверей // Информационный вестник ВОГиС. – 2007. – Т. 11, № 1. – С. 62–75.
11. *Трапезов О.В.* Селекционное преобразование оборонительной реакции на человека у американской норки // Генетика. – 1987. – Т. 23, № 6. – С. 1120–1127.
12. *Федорова О.И.* Преобразование и изменчивость экстерьерных и интерьерных признаков у американских норок (*Mustela vison* Schreber, 1777) в ходе их промышленной доместикации // Информационный вестник ВОГиС. – 2009. – Т. 13, № 3. – С. 578–587.
13. *Санжиева С.Е., Батоев Ц.Ж., Батанова М.Ф.* Влияние рациона кормов на качественные показатели меха пушных зверей // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. – 2011. – № 4а. – С. 290–293.

14. Федорова О. И. Доместикационные преобразования интерьерных признаков американских норок в ходе промышленного разведения // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – Казань, 2013. – С. 465–469.
15. Влияние генотипа на сезонные изменения антиоксидантной системы и изоферментного спектра лактатдегидрогеназы американских норок / Т.Н. Ильина, В.А. Илюха, С.Н. Калинина, Н.А. Горлякова, Л.А. Беличева // Информационный вестник ВОГиС. – 2007. – № 1. – С. 145–154.

REFERENCES

1. Trapezov O. V., *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*, 2013, T. 17, No. 4–2, pp. 872–883. (In Russ.)
2. Barrera-Redondo Josué, Piñero Daniel, Eguiarte Luis E., Genomic, Transcriptomic and Epigenomic Tools to Study the Domestication of Plants and Animals: A Field Guide for Beginners, *Front. Genet. Mexico*, 2020, Vol. 31, No. 1, pp. 35–42.
3. Hou Yali, Qi Furong, Bai Xue, Ren Tong, Shen Xu, Chu Qin, Zhang Xiquan, Lu Xuemei, Genome-wide analysis reveals molecular convergence underlying domestication in 7 bird and mammals, *BMC Genomics*, 2020, Vol. 21, No. 204, pp. 24.
4. Trapezov O. V., *Informatsionnyy vestnik VOGiS*, 2007, T. 11, No. 1, pp. 45–61. (In Russ.)
5. Molkova A. A., Nosyreva Yu. N., *Vosproizvoditel'nye sposobnosti i produktivnye kachestva norok pri ispol'zovanii kedrovoy muki* (Reproductive abilities and productive qualities of minks when using cedar flour), Irkutsk, 2018, pp. 14–18.
6. Solberg Monica F., Robertsen Grethe, Sundt-Hansen Line E., Hindar Kjetil, Glover Kevin A., Domestication leads to increased predation susceptibility, *Scientific Reports*, 2020, Vol. 10, No. 1929, pp. 31.
7. Trapezov O. V., *Informatsionnyy vestnik VOGiS*, 2008, No. 1–2, pp. 63–83. (In Russ.)
8. Sergina S. N., Ilyukha V. A., Baishnikova I. V., Ilyina T. N., *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*, 2015, T. 19, No. 3, pp. 296–302. (In Russ.)
9. Khodusov A. A., Ponomarev M. E., Konoplev V. I., Filenko V. F., Parshina N. A., *Vestnik APK Stavropol'ya*, Stavropol, 2017, No. 4 (28), pp. 82. (In Russ.)
10. Koldaeva E. M., Koldaev N. A., *Informatsionnyy vestnik VOGiS*, 2007, T. 11, No. 1, pp. 62–75. (In Russ.)
11. Trapezov O. V., *Genetika*, 1987, T. 23, No. 6, pp. 1120–1127. (In Russ.)
12. Fedorova O. I., *Informatsionnyy vestnik VOGiS*, 2009, T. 13, No. 3, pp. 578–587. (In Russ.)
13. Sanzhieva S. E., Batoev Ts. Zh., Batanova M. F., *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya, geografiya*, Ulan-Ude, 2011, No. 4a, pp. 290–293. (In Russ.)
14. Fedorova O. I., *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Bumana*, Kazan, 2013, pp. 465–469. (In Russ.)
15. Ilyina T. N., Ilyukha V. A., Kalinina S. N., Gorlyakova N. A., Belicheva L. A., *Informatsionnyy vestnik VOGiS*, Novosibirsk, 2007, No. 1, pp. 145–154. (In Russ.)