

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ, БИОХИМИЧЕСКИЕ И ЭТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777), СФОРМИРОВАВШИЕСЯ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ФЕРАЛИЗАЦИИ В БИОЦЕНОЗЕ КАРЕЛИИ

Т.Н. Ильина¹, П.И. Данилов^{1,2}, В.А. Илюха^{1,2}

¹ Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия;

² Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия,
e-mail: ilyina@bio.krc.karelia.ru

Рассмотрен процесс ферализации фермерских норок-беглянок и их физиолого-биохимические показатели. Отмечены изменения в морфологии, поведении, параметрах крови и антиоксидантной системы.

Ключевые слова: domestикация, ферализация, поведение, витамин Е, витамин А, антиоксиданты, супероксиддисмутаза, каталаза, гемоглобин.

Введение

Можем ли мы после этого удивляться, что произведения Природы отличаются более «правильными» признаками по сравнению с произведениями человека; что они неизмеримо лучше адаптированы к бесконечно сложным условиям жизни и ясно несут на себе печать более высокого мастерства?

Ч. Дарвин

Доместикация диких животных имеет свою противоположность, которая носит название – *ферализация* – от лат. *fera* – дикий зверь, *ferus* – дикий; англ. *feral* – одичавший. Толковый словарь определяет *ферализацию* как процесс, при котором домашние животные, оказавшись в условиях дикой природы, за несколько поколений приобретают статус диких и способны обходиться без ухода со стороны человека (Feral, 1987). Классическим примером ферализации являются одичавшая лошадь-мустанг (англ. *mustang*, от искаженного испанского: *mesteno*, *monstenco* – «дикий») или дикая австралийская собака (*Canis lupus dingo*). Первоначально бывший домашней собакой, динго попал в Австралию, там одичал и вписался в австралийский биоценоз. Он не истребил ни одного вида, которыми питался, но зато погубил обоих

крупных сумчатых хищников: сумчатого волка (*Thylacinus*) и сумчатого дьявола (*Sarcophilus*). Эти сумчатые нуждались в гораздо большей плотности добычи, чем более изощренная в охоте вторично одичавшая собака. Динго, заняв ту же кормовую нишу, просто довел их до голодной смерти в своеобразной конкурентной борьбе (Лоренц, 1998). В то же время такие популяции вторично одичавших бывших домашних животных представляют собой ценный материал для изучения популяционной динамики, экологии и этологии, а также выяснения отдельных моментов эволюционного процесса в силу их особенного положения – «еще не совсем дикие, но уже и не домашние» (Price, 2002; Kruska, 2005).

Механизм действия разнонаправленного процесса «доместикация–ферализация» на сегодня удобно смоделировать на основном объекте клеточного пушного звероводства – американской норке.

Интродукция американской норки из Северной Америки на территории Старого Света охватывает период с первых специальных выпусков этих зверей в 1929 г. в Британии и Ирландии до 1975 г., когда около 20 тыс. особей было специально расселено на территории

России (большая часть восточнее Урала) (Smal, 1988; Машкин, 2007).

Параллельно и независимо от специальных выпусков в природу наблюдался и процесс стихийной ферализации, когда на всем пространстве от Западной Европы до Сахалина американские норки (прошедшие первые этапы доместикации в условиях клеточного разведения) сбегали и продолжают сбегать за пределы звероферм, образуя полноценные самостоятельные дикие популяции, или скрещиваются с уже существующими интродуцированными ранее дикими особями своего вида.

Интенсивное развитие промышленного норководства во второй половине прошлого века на северо-западе России неизбежно сопровождалось побегам этих животных за пределы звероферм. Исследования, выполненные в Карелии, Мурманской и Ленинградской областях, показали, что основными источниками интродукции нового вида в биоценозы северо-запада России послужили именно звероводческие хозяйства (Данилов, 1969, 1972; Захаров, 1969; Новиков, 1970; Иванов, Туманов, 1974; Данилов, Туманов, 1976а, б; Машкин, 2007).

Ориентировочный подсчет количества норок, сбегавших со звероферм, дает некоторое представление о масштабах этой интродукции. В Карелии клеточное пушное звероводство развивалось очень интенсивно и своего пика достигло в конце 1980–начале 1990 гг., когда маточное поголовье американских норок в 20 специализированных звероводческих хозяйствах достигало 200 тыс. голов, производивших свыше 1,2 млн норчат в год. Причем на фермах в это время разводили пять окрасочных генотипов норок (всего 14 тыс. самок основного стада) (Луценко, 2001; Колдаева, Луценко, 2004). Расчет, основанный на материалах, полученных из специализированных звероводческих хозяйств, показал, что всего за 1950–1980-е гг. в природу попало не менее 10 тыс. особей (20 зверосовхозов, разводивших норок, существовали в Карелии 30 лет, причем ежегодно с каждой норковой фермы сбегало от 10 до 20 зверей) (Данилов 1972, 2005). Высокая экологическая пластичность американской норки позволяла ей быстро расселяться и беспрепятственно размножаться в дикой природной среде (рис. 1).

Аналогичный процесс стихийной ферализации американских норок детально проанализировал ирландский исследователь К. Смэл. Статистический материал для этого он имел в изобилии – первые норковые фермы в островной Ирландии появились в 1951 г., к 1966 г. их количество достигло 58, в результате чего сбежавшие со звероферм норки размножились и колонизовали весь остров (Smal, 1988, 1991).

Успешная ферализация американской норки на европейском Северо-Западе России имела свою специфику.

1. На протяжении более чем 50 лет в природу постоянно попадали животные из звероводческих хозяйств, пополняя тем самым естественные популяции.

2. Американская норка – вид более пластичный, чем норка европейская, она заселила не только Карелию, но и весь соседний Кольский полуостров, где *Mustela lutreola* ранее никогда не присутствовала. Новый интродуцированный в ту же экологическую нишу вид к тому же физически (более крупные размеры) и физиологически (диапауза в развитии зародышей) имеет преимущества перед европейской норкой (Скуматов, 2005).



Рис. 1. Американская норка – носитель доминантного гена *карельская пестрая* ($S^{K/+}$), сбегавшая с экспериментальной зверофермы Института цитологии и генетики СО РАН. Животное обосновалось на постоянное обитание рядом с дачным поселком в районе небольшой лесной речки Зырянка в 6 км от новосибирского Академгородка. (Фото предоставлено сотрудницей ИЦиГ СО РАН Г.К. Исаковой).

3. Начальная стадия интродукции *Mustela vison* Schreber, 1777 совпала с периодом глубокой депрессии аборигенного конкурента *Mustela lutreola* Linnaeus, 1758, занимавшего аналогичную экологическую нишу, что было вызвано охотничьим перепромыслом европейской норки в 1930-е гг. на всем европейском Севере (Siivonen, 1956; Новиков, 1970; Данилов, 1972; Туманов, Терновский, 1972; Данилов, Туманов, 1976б; Скуматов, 2005).

4. Допускается, что определенную роль сыграло и непродуктивное скрещивание этих достаточно удаленных в таксономическом отношении видов, когда межвидовые зародыши погибали и подвергались последующей резорбции. Такое явление неоднократно регистрировалось Д.В. Терновским (1977).

Можно предположить, что отбор животных на адаптацию к сменившимся средовым условиям неизбежно приводит в ряду поколений к трансформации физиологических функций с точки зрения их адаптивности к природной обстановке. Ведь ряд мутантных окрасочных форм, выведенных человеком, может существовать только в искусственных условиях, поскольку такие животные имеют пониженную устойчивость к различным заболеваниям (норки *алеутской* окраски *a/a*), худшие репродуктивные качества (*карельская пестрая* $S^k/+$, *шэдоу* $S^H/+$) и даже дефекты органов чувств (глухие норки *белые-хедлюнд* *h/h*) (Ильина, Кузнецов, 1983; Колдаева, Колдаев, 2007). Бессознательная выбраковка животных со злобным поведением ведет к тому, что на зверофермах из поколения в поколение возрастает доля особей с положительной реакцией на человека.

Признаками, отражающими трансформацию животных при отборе на доместикацию или, наоборот, ферализацию, могут служить биохимические показатели. В частности с уровнем потребления кислорода млекопитающими связано состояние кислородтранспортной системы крови и антиоксидантной системы (АОС) организма, состоящей из антиоксидантных ферментов и низкомолекулярных природных антиоксидантов. Основной функцией этой системы является поддержание на физиологическом уровне концентрации активных форм кислорода, необходимых для перекисного окисления липидов (ПОЛ) и других биохимических

процессов в клетке (Владимиров, Арчаков, 1972; Барабой и др., 1992; Зенков и др., 2001). Супероксиддисмутаза (СОД) и каталаза являются ключевыми ферментами защиты клетки от активных форм кислорода (Aebi, Wyss, 1978; Дубинина, 1992; Fridovich, 1999; Зенков и др., 2001; Калинина и др., 2008). Неферментативное звено АОС представлено низкомолекулярными антиоксидантами, к которым относятся витамины А и Е, входящие в группу так называемых «пищевых антиоксидантов», поступающих с пищей (Зенков и др., 2001).

В начальный период развития клеточного пушного звероводства исследователи пытались выяснить, как промышленная доместикация с постоянными зрительными, слуховыми, ольфакторными контактами с соседями, гиподинамией и искусственные рационы питания влияют на физиолого-биохимические показатели животных. В настоящее время представился уникальный случай сравнить физиологические параметры норок, содержащихся в специализированных звероводческих хозяйствах на сбалансированных рационах в условиях ограниченного жизненного пространства, и отловленных в дикой природе, ведущих выраженный индивидуальный образ жизни и добывающих пищу самостоятельно.

Материалы и методы

Объектом исследований служили фермерские *стандартные темно-коричневые* (+/+) норки и их одичавшие сородичи, отловленные живоловушками в природе. Идентификацию индивидуальных животных при исследовании их пространственного распределения осуществляли с использованием ушных меток. Как косвенное подтверждение различий физиологических показателей диких и фермерских животных использовали размерные и весовые характеристики внутренних органов, оцениваемые с помощью метода морфофизиологических индикаторов (Шварц и др., 1968).

Отобранные для биохимических исследований образцы тканей замораживали и хранили при температуре -25°C до проведения анализа. Определение концентрации α -токоферола и ретинола в печени, почках, сердце и скелетной мускулатуре проводили методом высокоэф-

фективной жидкостной хроматографии (Скурихин, Двинская, 1989). Хроматографическое разделение осуществляли на микроколоночном хроматографе с ультрафиолетовым детектором. Элюентом служила смесь гексана с изопропанолом. Для построения калибровочных кривых использовали стандартные растворы α -токоферола («Sigma», США). Для исследования активности ферментов и содержания белка гомогенаты тканей готовили на 0,05 М фосфатном буфере (рН = 7,0). После центрифугирования при 6000 g в течение 15 мин в супернатантах проводили определение активности СОД по модифицированной адренохромной методике (Misra, Fridovich, 1972), каталазы – спектрофотометрически по количеству разложенной перекиси водорода (Bears, Sizes, 1952). Содержание белка измеряли по Лоури (Lowry *et al.*, 1951), используя в качестве стандарта бычий сывороточный альбумин. Активность ферментов рассчитывали на 1 г сырой ткани и 1 мг белка. Полученные результаты обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики (Ивантер, Коросов, 2003).

Результаты и обсуждение

Изменение экстерьерных и интерьерных признаков

Окраска волосяного покрова норок, обитающих в дикой природе, – темно-коричневая. На промышленных зверофермах такую окраску называют *стандартной темно-коричневой* (+/+). Но там же на зверофермах разводят и зверей различных мутантных цветных форм, большинство которых обусловлено рецессивными мутациями отдельных генов, контролирующих количество пигмента или характер его распределения в волосе (Беляев, 1972). Влияние мутаций окраски носит системный характер – плейотропно затрагивает целый ряд других признаков животных, прежде всего их воспроизводительную функцию и жизнеспособность. Подавляющее большинство гомозиготных мутантных форм норок характеризуется сниженной жизнеспособностью по сравнению со *стандартными*, поэтому они могут существовать лишь в условиях, специально создаваемых для них человеком. В то же время дикие норки стандартного фено-

типа часто оказываются гетерозиготными по рецессивным генам, что дает им повышенную жизнеспособность и высокие репродуктивные качества (Belliveau *et al.*, 1999).

Следует отметить, что в годы интенсивного развития промышленного звероводства в Карелии в окрестностях звероферм в природных условиях нередко встречались и цветные норки. Если предположить, что в пропорциональном отношении количество норок разных мутантных окрасок, оказавшихся в природе, было изначально близко к тому, которое имелось на фермах, то очевидно, что в силу их пониженной жизнеспособности и плодовитости цветные особи, гомозиготные по рецессивным мутациям, в природе элиминируются естественным отбором, который Дарвин называл выживанием наиболее приспособленных. Стабилизирующий отбор (как форма естественного отбора), открытый И.И. Шмальгаузен, осуществляет функцию стабилизации процессов индивидуального развития и направлен на охрану «дикого» фенотипа как наиболее оптимальной формы организации живых существ в конкретных условиях внешней среды (Беляев, 1972). В результате действия стабилизирующего отбора в дикой природе рецессивные фенотипы элиминируются.

В наши дни после периода глубокой депрессии клеточного пушного звероводства как отрасли, сопровождавшейся закрытием в Карелии абсолютного большинства звероводческих хозяйств, цветные норки в условиях дикой природы не встречаются. Все дикие норки имеют стандартную окраску, близкую к «дикому» фенотипу, что еще раз свидетельствует о том, что те фенотипические изменения, которые появляются у норок в результате искусственного отбора, в природных условиях не сохраняются. Сравнение генетической изменчивости диких и фермерских норок показало, что дикие норки имеют более тесную связь с темными норками, чем с животными цветных вариаций, прошедшими бóльший путь отбора, в том числе и по типу окраски (Ильина, Кузнецов, 1983; Belliveau *et al.*, 1999).

Есть наблюдения, что в отличие от других мутантных окрасочных форм, выращиваемых в условиях звероферм, *серебристо-голубые* (*p/p*) норки встречаются и в дикой природе

(Dunstone, 1993). Высказывается предположение, что норки этого окрасочного генотипа в природных биоценозах (от 3 % в Девоне до 9 % в юго-западной Шотландии) обладают не меньшими приспособительными способностями, чем норки с обычной *стандартной* окраской меха (Birks, 1986).

У норок клеточного разведения за 75 генераций промышленной domestikации достигнуто практически двукратное увеличение линейных размеров и массы тела (Федорова, 2007). Поэтому пополнение природных популяций норок за счет беглянок со звероферм не могло не сказаться на укрупнении размеров диких норок, обитающих в природе (Попов, 1949; Терновский, 1958; Павлинин, 1962; Данилов, 1969; Данилов, Туманов, 1976а, б). Так, масса тела самок норок, отловленных в Пряжинском районе Карелии в окрестностях зверосовхоза «Пряжинский» за период с 1972 по 2001 гг., практически удвоилась. Видимо этим можно объяснить, почему американские норки, обитающие в биоценозах Карелии, по своим биометрическим показателям крупнее алтайских и башкирских (где практически нет звероводческих ферм), но в то же время близки по размерам к диким норкам из Татарстана, где, по данным статистического учета, зверосовхозы республики до сегодняшнего дня сохранили свой высокий производственный потенциал (Сергеев и др., 2007).

Как показали исследования, промышленная domestikация американской норки привела к сдвигам в морфологии и функционировании внутренних органов (рис. 2) (Федорова, 2007). Увеличение живой массы тела требовало от соответствующих систем пропорционального усиления снабжения питательными веществами и энергией. На протяжении всего периода промышленной domestikации изменения величины органов происходили неравномерно. Исследования, проведенные еще в 1960-х гг. показали: печень, почки, селезенка увеличились в размерах, а сердце и легкие сохранили свою неизменную величину (Сегаль, 1975). Спустя 40 лет абсолютные и относительные величины сердца, печени и селезенки резко увеличились, а масса печени и почек увеличилась пропорционально массе тела (Федорова, 2007). При этом относительная величина сердца, легких, почек

и селезенки у диких норок в природе была выше, чем в зверохозяйствах как в 1970 гг., так и в наше время (Данилов, Туманов, 1976а, б; Туманов, 2003).

Изменение поведения диких норок

Несмотря на значительные изменения морфологических признаков, возникающие у животных в процессе их промышленной domestikации, наиболее существенными для биологии видов являются изменения физиологических функций (Беляев, 1972). Очевидно, это проявляется и в ряде биологических особенностей американской норки.

Особенностью стациального распределения, отличающей новый интродуцированный вид от аборигенной европейской норки, является частое поселение американской норки вблизи человеческого жилья. Возможно, такое поведение стало следствием пополнения диких популяций американских норок сородичами-беглецами из клеток звероферм. В первое время после побега со звероферм зверьки довольно долго держатся в окрестностях фермы и ближайших населенных пунктов. В известной мере это объясняется отсутствием у беглецов опыта самостоятельного добывания пищи, высокой численностью синантропных грызунов возле человеческого жилья, а иногда и присутствием домашней птицы на подворьях. Однако подоб-

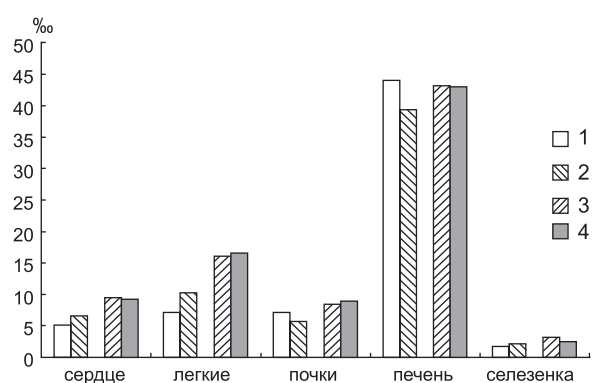


Рис. 2. Относительная величина внутренних органов норок в условиях клеточного разведения (1, 2) и в природе (3, 4).

1, 2 – клеточные норки в 1963 и 2003 гг., по данным Федоровой (2007), 3, 4 – отловленные в природе, по данным Данилова, Туманова (1976а, б) и Туманова (2003) соответственно.

ный синантропизм хищника прослеживается и у потомков беглецов в ряду поколений. Так, из 16 норок, отловленных за 2 сезона живоловками на одном из зоологических стационаров Карелии (площадь около 1500 га), 6 поймано в деревне под жилыми и нежилыми строениями, причем зверьки отлавливались на одном месте по 2–6 раз. Известны случаи встреч и добычи американской норки в городской черте районных центров Карелии – Кондопоги, Беломорска и даже крупного города Петрозаводска.

Еще одной особенностью норок, сбжавших со звероферм, является их явно доместикационный ритм суточной активности: если дикие американские норки являются сумеречными животными, то активность первых приходится в основном на дневное время суток.

Кроме того, среди беглянок, отловленных в окрестностях звероферм, также преобладали менее агрессивные животные. Объяснение такой трансформации поведения, скорее всего, кроется в стихийной выбраковке на зверофермах особей со злобным, агрессивным поведением, неудобным для обслуживания (Трапезов, 2007).

Состояние кислородтранспортной и антиоксидантной систем

Известно, что разнообразие приспособлений организма к условиям обитания сводится к главной его составляющей – энергетическому обмену (Калабухов, 1950). С увеличением двигательной активности и размеров тела увеличиваются потребление кислорода и энергетические траты на активную локомоцию, значительно меняется нагрузка на сердечно-сосудистую систему (рис. 2). Следует отметить, что за 30-летний период наблюдений (1972–2001 гг.) у норок в природе произошли сдвиги в системе обеспечения организма кислородом. Так, средние значения количества эритроцитов увеличились от 7,55 и 5,92 млн/мл в 1972 г. (у самок и самцов соответственно) до 7,75 и 8,91 в 2001 г., а уровень гемоглобина от 13,25 и 11,88 до 15,14 и 19,62 %. Близкие к последним значения, относящиеся к диким животным, приводятся в изданной в 2003 г. монографии И.Л. Туманова. Указанные характеристики крови у диких норок, отловленных в Карелии в 2001 г., приближаются к таковым у фермерских животных (Унжаков и

др., 2007). Как у самцов, так и у самок возросла насыщенность эритроцитов гемоглобином, что свидетельствует не просто об изменении данных параметров, связанных с увеличением размеров тела, но также и об адаптивных реакциях, направленных на более эффективное выполнение функции доставки кислорода к клеткам. Кроме того, такие показатели свидетельствуют о нормальной обеспеченности животных в природе микроэлементами, в частности железом.

П.П. Орлов и Т.Л. Рукавишникова отмечают, что в природе дикие животные могут инстинктивно создавать оптимальный баланс минерального питания, а клеточные лишены такой возможности. Сравнение диких и фермерских лисиц, песцов и норок свидетельствует о том, что содержание микроэлементов у клеточных животных ниже, чем у диких (Бураковская и др., 1975; Берестов и др., 1984; Орлов, Рукавишникова, 2007).

Несмотря на усиление кислородтранспортной функции крови, а соответственно и обеспечения органов и тканей кислородом, нами не отмечено существенного повышения активности антиоксидантных ферментов в

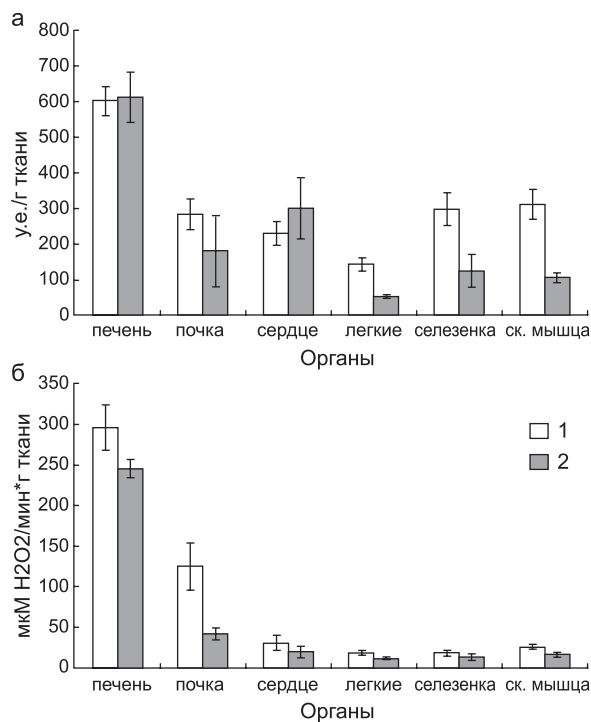


Рис. 3. Активность СОД (а) и каталазы (б) в органах фермерских норок (1) и норок, отловленных в природе (2).

большинстве органов (рис. 3). Более того, во всех органах диких животных, за исключением печени и сердца, отмечено даже снижение активности СОД и каталазы. Такая ситуация может объясняться тем, что в антиоксидантной системе млекопитающих отмечаются сильно выраженные компенсаторные взаимосвязи (ЗЛМ), а распределение витаминов-антиоксидантов, и в особенности витамина Е, в органах диких норок также существенно отличается от такового у норок фермерских (рис. 3).

Следует отметить, что у дикой норки содержание токоферола в тканях было выше, чем у разводимой в неволе, в то же время общий характер распределения α -токоферола в органах диких и фермерских норок, несмотря на их длительный период промышленной domestikации, был практически одинаков. Отличия касались только максимального уровня витамина Е: у дикой норки – в почках, а у фермерской – в печени (рис. 4).

У норки, как дикой, так и фермерской, концентрация α -токоферола в сердечной мышце превышает содержание его в скелетных мышцах. Такая закономерность, характерная для большинства млекопитающих, отражает интенсивность аэробного обмена в сердечной мышце, где его уровень значительно выше, чем в скелетной. Сердце как напряженно функционирующий орган обладает не только высоким уровнем окислительного метаболизма, но и эффективной антиоксидантной защитой (Архипенко и др., 1987), что обеспечивает достаточно высокое содержание витамина Е. Это же обуславливает более высокую концентрацию токоферола в миокарде диких норок, относительная величина которого у них также выше. Очевидно, что более интенсивная двигательная активность и связанные с этим высокие потребление кислорода и энергетические траты увеличивают функциональную нагрузку на сердечно-сосудистую систему диких животных, в том числе из-за увеличения в крови количества форменных элементов. С этим же может быть связано повышение активности СОД в данном органе.

В результате проведенных исследований выявлены значительные различия уровня витамина А в тканях дикой и фермерской норки. Его содержание в печени фермерской норки значительно превышало таковое у диких животных. В печени общая концентрация

ретинола пропорциональна его количеству, поступающему с пищей, но эта зависимость не является линейной, а образование запасов в печени происходит лишь при наличии его в пище в количестве, превышающем минимальную потребность (Натансон, 1974). Очевидно, что уровень кормления и его регулярность способствуют депонированию ретинола в печени фермерских животных в большем количестве, чем это позволяет существование вида в природных условиях. При низком потреблении витамина А резервирование его в печени низкое, так как большая часть ретинола используется для выполнения витамином своих биологических функций. В частности, усиление локомоторной функции и в связи с этим потребление кислорода приводит к увеличению утилизации витамина А. Так, в условиях свободнорадикального окисления обнаружено усиленное расходование каротиноидов – предшественников витамина А (Шашкина и др., 1999).

Высокая концентрация витамина А обнаруживается также в почках фермерских норок. Считается, что при ограниченном поступлении витамина А его содержание в почках превышает

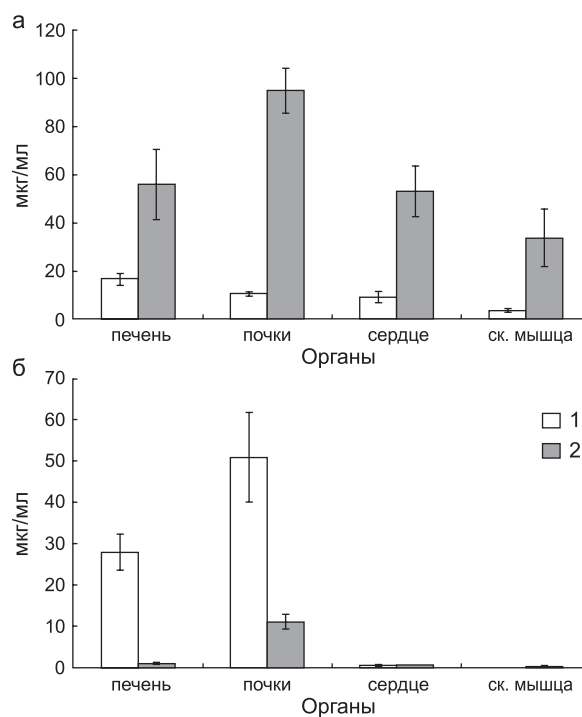


Рис. 4. Содержание токоферола (а) и ретинола (б) в органах клеточных норок (1) и норок, отловленных в природе (2).

такое в печени, и этим объясняют перераспределение и депонирование основных запасов ретинола в почках норки и песцов (Натансон, 1974; Петрова и др., 1987). В то же время ряд исследователей считает, что почки выполняют специфическую функцию в метаболизме витамина А и поэтому более низкий его уровень в печени не может служить индикатором недостаточности у представителей данного семейства (Schweigert, Thomann, 1995; Schweigert, Bok, 2000; Raila *et al.*, 2002). В почках, вероятно, обнаруживается витамин А, выводимый из организма, избыток которого для него токсичен, и выведение его органом, для которого этот процесс является основной функцией, совершенно естественно.

Физиологическое состояние животных значительно влияет на уровень витамина А в организме. Витамин А постоянно расходуется, и его запас создается только при условии превышения его поступления над нормой расхода. Вероятно, в природных условиях у норки расходование витамина А увеличивается даже при достаточном поступлении, в чем мы усматриваем вторую причину меньших показателей уровня витамина А у диких животных. Способность к депонированию ретинола в разных органах норки определяется различной интенсивностью метаболизма, а общий уровень витамина А в организме регулируется гомеостатически. Система регуляции поступления и усвоения витаминов при участии метаболических ферментов и транспортирующих белков сформировалась в процессе эволюции, однако механизмы эти сложны и во многом еще не изучены (Шашкина и др., 1999).

По сравнению с искусственными условиями содержания, при которых животные получают сбалансированный рацион, необходимый для интенсивного роста и формирования высококачественного меха, в природе как состав, так и структура кормов значительно разнообразнее. Если в условиях звероферм доля зерновой группы кормов в составе рациона (как источника углеводов) используется достаточно широко, то в природе растительные корма встречаются редко и в небольшом количестве. Несмотря на значительные сезонные колебания состава пищи, в питании дикой норки основу составляют мышевидные грызуны, рыбы, амфибии

и птицы, т. е. в основном корма животного происхождения. Несмотря на то что для пищеварительной системы норки, как и других хищных млекопитающих, характерна значительная консервативность, смена рациона в процессе промышленной domestikации приводит у них к перестройке профиля пищеварительных ферментов, причем изменения затрагивают, прежде всего, амилазные ферменты (Свечкина, Тютюнник, 2007). Рацион норки в природе в значительной степени связан с доступностью тех или иных кормов, с их обилием или отсутствием, с простотой или сложностью добывания. Такое изменение в наборе кормов приводит, как было показано выше, к изменению уровня витаминов и опосредованно, за счет микроэлементов, к изменению уровня геммодержащих белков. Тот факт, что норки в природе значительно лучше обеспечены витамином Е и микроэлементами, заставляет задуматься о том, являются ли рационы при клеточном содержании полностью сбалансированными?

Таким образом, сравнение животных одного вида в условиях клеточного содержания и в природе демонстрирует влияние двух разнонаправленных процессов – domestikации и фeralизации – на морфофизиологические, биохимические и этологические характеристики животных. Природа гениально отбирает наиболее оптимальные варианты, подтверждая справедливость высказывания Ч. Дарвина, вынесенного в качестве эпиграфа к данной работе.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ НШ – 306.2008.4. и гранта РФФИ 07-07-01029.

Литература

- Архипенко Ю.В., Джапаридзе Л.М., Гуткин Д.В. и др. Сравнительная оценка влияния недостаточности витамина Е на перекисное окисление липидов и транспорт Ca^{2+} в сердечной и скелетной мышцах // *Вопр. мед. химии*. 1987. № 1. С. 122–126.
- Барабой В.А., Брехман И.М., Голотин В.Г., Кудряшов Ю.Б. Перекисное окисление и стресс. СПб.: Наука, 1992. 152 с.
- Беляев Д.К. Генетические аспекты domestikации животных // *Проблемы domestikации животных и растений*. М.: Наука, 1972. С. 39–45.
- Берестов В.А., Тюрнина Н.В., Тютюнник Н.Н. Ми-

- неральный состав волосяного покрова норок и песцов. Сравнительная характеристика. Петрозаводск: Карелия, 1984. 106 с.
- Бураковская Э.А., Карякин А.В., Церевитинов Б.Ф., Калягина Н.И. О природе пигмента волос норок // Новое в технологии обработки меха. М., 1975. С. 3–7.
- Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М.: Наука, 1972. 252 с.
- Данилов П.И. Акклиматизация и некоторые черты экологии американской норки в Карелии // Вопросы экологии и биоценологии. Л., 1969. Вып. 9. С. 148–158.
- Данилов П.И. Звероводческие хозяйства как источники акклиматизации американской норки в Карелии // Уч. зап. Петрозавод. гос. ун-та. 1972. Т. 19. Вып. 5. С. 129–138.
- Данилов П.И. Охотничьи звери Карелии. М.: Наука, 2005. 340 с.
- Данилов П.И., Туманов И.Л. Куньи Северо-Запада СССР. Л.: Наука, 1976а. 256 с.
- Данилов П.И., Туманов И.Л. Экология европейской и американской норки на северо-западе СССР // Экология птиц и млекопитающих Северо-запада СССР. Петрозаводск, 1976б. С. 118–144.
- Дубинина Е.Е. Биологическая роль супероксидного анион-радикала и супероксиддисмутазы в тканях организма // Усп. соврем. биологии. 1992. Т. 108. Вып. 1(4). С. 3–18.
- Захаров Р.С. Зимний маршрутный учет охотничьих животных в Мурманской области // Учеты охотничьих животных на больших территориях. Пушино, 1969. С. 31–38.
- Зенков Н.К., Ланкин В.З., Меньщикова Е.Б. Окислительный стресс. Биохимический и патофизиологический аспекты. М.: МАИК Наука. Интерпериодика, 2001. 343 с.
- Иванов П.Д., Туманов И.Л. Американская норка в Ленинградской области // Сб. науч.-тех. информ. ВНИИОЗ. Киров, 1974. Т. 42. С. 24–27.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск, 2003.
- Ильина Е.Д., Кузнецов Г.А. Основы генетики и селекции пушных зверей. М.: Колос, 1983. 280 с.
- Калабухов Н.И. Эколого-физиологические особенности животных в условиях среды. Ч. I. Харьков, 1950.
- Калинина С.Н., Илюха В.А., Фатышева В.М., Подлепина Л.Г. Особенности влияния мелакрила на антиоксидантную систему норки // Кролиководство и звероводство. 2008. № 6. С. 11–13.
- Колдаева Е.М., Колдаев Н.А. Доместикация и хозяйственно полезные признаки у пушных зверей // Информ. вестник ВОГиС. 2007. Т. 11. № 1. С. 62–75.
- Колдаева Е.М., Луценко В.И. Возвращение карельской пестрой норки // Информ. вестник ВОГиС. 2004. № 28. С. 9–10.
- Лоренц К. Восемь смертных грехов цивилизованного человечества. М.: Республика, 1998. 393 с.
- Луценко В.И. «Пряжинское» – многоотраслевое хозяйство Карелии // Кролиководство и звероводство. 2001. № 5. С. 2–3.
- Машкин В.И. Биология промысловых зверей России. Киров, 2007. 510 с.
- Натансон А.О. Витамин А // Витамины. М., 1974. С. 46–88.
- Новиков Г.А. Отряд Хищные // Звери Ленинградской области: Фауна, экология и практическое значение. Л., 1970. С. 178–266.
- Орлов П.П., Рукавишникова Т.Л. О сбалансированности минерального кормления сурка-байбака и лисицы-огневки // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: Матер. междунар. конф. Киров, 2007. С. 326–327.
- Павлинин В.Н. Материалы по изменчивости американской норки на Урале // Тр. Ин-та биологии УФАН СССР. 1962. Вып. 29. С. 97–119.
- Петрова Г.Г., Изотова С.П., Берестов В.А. Закономерности депонирования витаминов А, В₁ и В₂ в организме пушных зверей // Очерки по физиологии пушных зверей. Л.: Наука, 1987. С. 84–114.
- Попов В.А. Материалы по экологии норки (*Mustela vison* Br.) и результаты акклиматизации ее в Татарской АССР. Казань, 1949. 140 с.
- Свечкина Е.Б., Тютюнник Н.Н. Изменение в ходе промышленной доместикации активности пищеварительных ферментов у различных генотипов норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) // Информ. вестник ВОГиС. 2007. Т. 11. № 1. С. 99–107.
- Сегаль А.Н. Очерки экологии и физиологии американской норки. Новосибирск: Наука, 1975. 260 с.
- Сергеев Е.Г., Конкина В.В., Федорова О.И., Кузнецов Г.А. Характеристика стад клеточных пушных зверей в хозяйствах Российской Федерации в 2005–2006 гг. (выпуск 7). М., 2007. 235 с.
- Скуматов Д.В. Европейская норка в России (современное состояние и перспективы сохранения в условиях охотничьего промысла): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киров, 2005.
- Скурихин В.Н., Двинская Л.М. Определение α-токоферола и ретинола в плазме крови сельскохозяйственных животных методом микроколоночной высокоэффективной жидкостной хроматографии // С-х. биология. 1989. № 4. С. 127–129.
- Терновский Д.В. Биология и акклиматизация американской норки (*Lutreola vison* Brisson) на Алтае. Новосибирск, 1958. 138 с.
- Терновский Д.В. Биология куницеобразных (*Mustelidae*). Новосибирск: Наука, 1977. 279 с.

- Трапезов О.В. Об одомашнивании пушных зверей (К 140-летию выхода в России труда Ч. Дарвина «Прирученные животные и возделанные растения») // Информ. вестник ВОГиС. 2007. Т. 11. № 1. С. 45–61.
- Туманов И.Л. Биологические особенности хищных млекопитающих России. СПб: Наука, 2003. 448 с.
- Туманов И.Л., Терновский Д.В. Проблема европейской норки // Матер. VIII Всесоюз. конф. по природной очаговости болезней животных и охране их численности. Киров, 1972. Т. 2. С. 134–135.
- Унжаков А.Р., Кожевникова Л.К., Илюха В.А. и др. Специфичность изоферментных спектров ЛДГ у норок окраски *белая-хедлюнд* // Информ. вестник ВОГиС. 2007. Т. 11. № 1. С. 139–144.
- Федорова О.И. Доместикационные преобразования в ходе промышленного разведения американской норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) // Информ. вестник ВОГиС. 2007. Т. 11. № 1. С. 91–98.
- Шашкина М.Я., Шашкин П.Н., Сергеев А.В. Биодоступность каротиноидов // Вопр. мед. химии. 1999. Т. 45. № 2. С. 30–37.
- Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Свердловск, 1968. 387 с.
- Aebi H.E., Wyss S.R. Acatalasemia // The metabolic basis of metabolic disease, McGraw-Hill, N.Y., 1978. P. 1792–1807.
- Bears R.F., Sizes I.N. A spectral method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase // J. Biol. Chem. 1952. V. 195. № 1. P. 133–140.
- Belliveau A.M., Farid A., O'Connell M., Wright J.M. Assessment of genetic variability in captive wild American mink (*Mustela vison*) using microsatellite markers // Canad. J. Anim. Sci. 1999. V. 79. № 1. P. 7–16.
- Birks J.D.S. Mink. Oswestry. UK: Anthony Nelson, 1986.
- Dunstone N. The mink. London: T&AD Poyster natural history, 1993. 232 p.
- Feral // The American Heritage Illustrated Encyclopedic Dictionary. Boston: Houghton Mifflin Company, 1987. P. 616.
- Fridovich I. Fundamental aspects of reactive oxygen species, or what's the matter with oxygen? // Annu. NY Acad. Sci. 1999. V. 893. P. 13–18.
- Kruska D.C.N. On the evolutionary significance of encephalization in some eutherian mammals: effects of adaptive radiation, domestication, and feralization // Brain Behav. Evol. 2005. V. 65. № 2. P. 73–108.
- Lowry O.H., Rosenbrough N.J., Farr A.L., Randan R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. 1951. V. 193. № 1. P. 265–275.
- Misra H.H., Fridovich I. The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephrine and a simple assay for superoxide dismutase // J. Biol. Chem. 1972. V. 247. P. 3170–3175.
- Price E.O. Animal domestication and behavior. C.A.B. Intl. Wallingford. United Kingdom. 2002. 308 p.
- Raila J., Gomez C., Schweigert F.J. The Ferret as a Model for Vitamin A Metabolism in Carnivores // J. Nutr. 2002. V. 132. P. 1787–1789.
- Schweigert F.J., Bok V. Vitamin A in blood plasma and urine of dogs is affected by the dietary level of vitamin A // Int. J. Vitam. Nutr. Res. 2000. V. 70. № 3. P. 84–91.
- Schweigert F.J., Thomann E. Organ distribution of vitamins A and E in carnivores // Scientifur. 1995. V. 19. № 4. P. 309.
- Siivonen L. Suuri nisäkäsikirja. Helsinki, 1956. 800 s.
- Smal C.M. The American mink (*Mustela vison*) in Ireland // Mammal Review. 1988. V. 18. № 4. P. 201–208.
- Smal C.M. Feral American mink in Ireland. Occ. Publication. 1991. Wildlife Service. 51 St. Stephen's Green. Dublin 2. The Office of Public Works.

**SOME PHYSIOLOGICAL, BIOCHEMICAL, AND ETHOLOGICAL
SPECIFICITY OF AMERICAN MINK (*MUSTELA VISON* SCHREBER, 1777)
FORMED IN THE PROCESS OF FERALIZATION IN KARELIA**

T.N. Ilyina¹, P.I. Danilov^{1,2}, V.A. Ilyukha^{1,2}

¹ Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Russia;

² Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia, e-mail ilyina@bio.krc.karelia.ru

Summary

The aim of investigation was to determine effect of feral mink on physiological-biochemical indices of mink population in nature. The changes in morphology (increasing of size), behavior, blood indices and antioxidant system have been shown.

Key words: domestication, feralization, behaviour, vitamin E, vitamin A, antioxidants, superoxide dismutase, catalase, haemoglobin.