

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ
КРАЕВОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ «АЛТАЙСКИЙ КРАЕВОЙ ДЕТСКИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»

«Наследование окраски шерсти *Meriones unguiculatus* при подборе родительских пар»

Исполнитель: Тюлейкин Алексей
7класс

Руководитель: Ашенбреннер Е.С.
педагог дополнительного образования
КГБУ ДО АКДЭЦ

Барнаул, 2020 г.

Оглавление

Введение.....	3
1. Теоретическая часть.....	5
1.1 Монгольская песчанка, как объект для лабораторных исследований.....	5
1.2 Генетическая характеристика окраса шерсти монгольских песчанок	7
2. Материал и методы исследований	10
3. Основная часть	11
3.1 Результаты исследований.....	11
3.1.1 Скрещивание монгольских песчанок с окраской шерсти Золотой аргент.....	11
3.1.2 Скрещивание монгольских песчанок с окраской шерсти Золотой агути.....	13
Выводы	17
Список источников	18
Приложение	20

Введение

В настоящее время когтистая или монгольская песчанка стала популярным лабораторным видом, не требовательным к условиям содержания. Песчанка отлично размножается без кормов животного происхождения в любое время года, но обязательным условием является ежедневное присутствие в ее рационе сочных кормов в полном и достаточном объеме.

Опыт многолетнего содержания этого вида показал, что замкнутая популяция монгольских песчанок в неволе может существовать неограниченно долго. Именно это их свойство и позволило ввести их в лабораторную практику.

Монгольская песчанка в неволе размножается очень легко. И хотя при этом блок близкородственного размножения полностью отсутствует, однако имеются данные о том, что родственные пары хуже размножаются, чем неродственные.

Генетика монгольских песчанок имеет ряд особенностей при наследовании окрасов, в связи с чем, возникла необходимость в проведении данных исследований.

Цель исследований – определить характер наследования окраски монгольских песчанок при целенаправленном подборе родительских пар.

Задачи:

- провести скрещивание монгольских песчанок Золотой аргент;
- провести скрещивание монгольских песчанок Золотой агути;
- определить возможные генотипы и фенотипы родительских пар и потомства;
- вынести рекомендации по целесообразности дальнейшего разведения в условиях мини-зоопарка.

Объект – Монгольская или Когтистая песчанка (*Meriones unguiculatus*). Предмет – наследуемость окраски шерсти монгольских песчанок.

Материал и методы. Материалом для исследований послужили монгольские песчанки с окраской шерсти Золотой аргент и Золотой агути. Исследования проводились на базе мини-зоопарка КГБУ ДО АКДЭЦ в период 2019-2020 гг. Методы: наблюдение, учет, гибридологический метод, анализ.

Новизна работы заключается в исследовании наследования окраски у лабораторных монгольских песчанок при подборе родительских пар.

Практическая значимость. Результаты исследований могут быть использованы при содержании и разведении монгольских песчанок, как в условиях зоопарков, так и в домашней среде. Данные результатов скрещиваний родительских пар и их анализ могут освещаться на уроках биологии, зоологии, элективных курсах генетики, в клубах и кружках юных натуралистов.

1. Теоретическая часть

1.1 Монгольская песчанка, как объект для лабораторных исследований

Песчанки – обитатели пустынных и полупустынных ландшафтов, приспособленные к жизни в условиях резко континентального климата, для которого характерны значительные суточные перепады температур на фоне небольшой относительной влажности воздуха. Поэтому длительное содержание песчанок в неволе допустимо только в сухих, хорошо проветриваемых помещениях. Большое значение в терморегуляции организма песчанок играет гардерова железа, расположенная во внутреннем углу глазной орбиты. Секрет железы выделяется, смешивается со слюной и распределяется по шерстному покрову. Если животному слишком холодно, жиры и пигменты из протопорфирина гардеровой железы на шерсти создают защитный изолирующий слой. Если животному жарко, секреция гардеровых желез уменьшается, а слюна, распределяемая по шерсти, удаляет излишек жиров и обеспечивает испарение и охлаждение. У песчанок имеется большая брюшная пахучая железа, расположенная в центре брюшка, выброс ее секрета контролируется половыми гормонами. Секретом этой железы животные метят предметы и границы своей территории [10].

В лабораторных условиях проводятся работы по изучению эколого-физиологических особенностей, вопросов кормления, содержания, размножения, роста и развития молодняка у различных видов диких млекопитающих. В последние годы наряду с «классическими» видами в качестве лабораторных объектов стали использовать шиншиллу, бурундука, песчанок, хомячков, карманчиковую мышь, полевок, сурков и других грызунов [2].

Монгольская или Когтистая песчанка (*Meriones unguiculatus*) – социальное животное, ведущее преимущественно ночной образ жизни, однако в лабораторных условиях сохраняющее активность и при дневном

свете. В дикой природе песчанки роют норы с туннельными входами для защиты от хищников и поэтому в лабораторных условиях зачастую демонстрируют стереотипное рытье, если им не предоставлены условия для рытья нор [1].

Монгольская песчанка все чаще и чаще становится объектом этологических, биохимических, генетических исследований. Например, изучаются репродуктивные возможности некоторых диких видов в условиях вольерного содержания при тесном родственном скрещивании. В качестве модельного вида монгольские песчанки подвергаются гормональной стимуляции, и отработанная методика применения препаратов предлагается для размножения некоторых видов «проблемных» видов грызунов, у которых размножение в неволе затруднено или самки несколько лет не дают потомства [7]. Согласно основным морально-этическим принципам проведения биомедицинских экспериментов на животных, экспериментатор должен стремиться по возможности не причинять животным боли и неудобства, нести ответственность за их состояние и условия содержания, планировать эксперимент и обосновывать его необходимость, изыскивая альтернативные способы получения данных без привлечения живых животных [8].

Монгольская песчанка считается по-настоящему лабораторной и домашней. В России ее можно встретить в степях Тувы, Южного и Восточного Забайкалья, часто в населенных пунктах. Активна и в сумерки, и днем; зимой выходит из норы только в теплые солнечные дни. Длина тела этого мелкого зверька - 14-16, хвоста - 12-14 сантиметров. Спина глинисто-серая, хвост такого же цвета и с черной кисточкой. Лапы с густым песочно-серым опушением и темными когтями. Низ туловища серовато-белый [4]. В искусственных условиях выведены различные виды окраса волосяного покрова песчанок – от кремового до черного. Обычный стандартный окрас – это агути, хотя в лабораториях встречаются и черные мутации [5].

Песчанки имеют неоспоримое преимущество даже перед теми же белыми крысами: при своевременной уборке они совершенно не пахнут, а уборки требуют раза в два реже, чем другие, приблизительно раз в две недели, в зависимости от объёма клетки и количества жителей. Живут песчанки в природе устойчивыми группами, поэтому и в домашних условиях рекомендуется брать сразу несколько зверьков, уже привыкших друг к другу. Это важно потому, что ссадить двух песчанок даже разного пола бывает очень непросто, эти зверьки при всей своей милой внешности весьма агрессивно охраняют свою территорию и могут драться до серьёзных увечий и даже смерти соперника. Ссаженные песчанки относятся друг к другу с нежностью, чистят и вычёсывают друг другу шерстку, спят клубочком, молодые с удовольствием играют [9].

1.2 Генетическая характеристика окраса шерсти монгольских песчанок

Источники, посвящённые вопросам биологии, содержанию, размножению монгольской песчанки, представляют лишь некоторую информацию об их генетике. И. Я. Павлинов с соавторами отмечают то, что кариотип: $2N=44$, двуплечих хромосом значительно больше, чем одноплечих. Генетическая характеристика представляется только для признака окраса шерсти. Отмечается что, у монгольских песчанок этот признак кодируется семью парами генов: A, C, D, E, G, P и Sp. О локализации данных генов в хромосомах информация не представляется. Все гены локализируются в аутосомах, так как окрас шерсти не связан с полом [3, 6].

Каждая пара генов вносит свой вклад в формирование признака:

Agouti Locus – локус «А», агути ген, который определяет неравномерное окрашивание шерстинок по длине и белый цвет живота. Особи с генотипом AA / Aa имеют белый живот, например, окрасы золотой агути и золотой аргент. Генотип aa формирует сплошной окрас

шерсти, особи не имеют пальто и белого живота, например окрасы Лилак и Чёрный.

Chinchilla Locus – локус «С», шиншилла ген, определяющий отсутствие пигмента меланина. Локус «С» имеет три аллели: С, с *shm* и с *h*. При генотипе *СС/С** – окрас полноценный, т.е. меланин вырабатывается в норме, например окрасы Лилак и Золотой аргент. с *shm* – шиншилла средний / бурмиз ген – наличие данного гена снижает интенсивность окраски туловища, но оставляет пигмент на носу, ушах, хвосту и т.д.. Данный ген влияет на жёлтый пигмент в окраске. Такой генотип имеют особи окраса Бурмиз. с *h* – гималайский – очень сильно снижает интенсивность окраса на туловище, влияя на жёлтый пигмент, но оставляет пигмент на хвосте. Особи с таким генотипом имеют окрасы гималайский и белый розово-глазый.

Dilution Locus – локус «D», дилют ген, смешивающий цвета шерсти в один пастельный тон. *DD / Dd* – нормально окрашенные животные, *dd* – окрас размыт, песчанки пастельных тонов. Анализ литературных источников показал, что в России нет песчанок гомозиготных по рецессивному дилют гену.

Extension Locus – локус «E», дополнительный ген, контролирующий баланс между двумя пигментами: чёрным и жёлтым. Генотип *EE / Ee* – это нормально окрашенные песчанки, например, окрасы агути серый и чёрный. Рецессивные гены *ee* – делают золотой цвет интенсивным (серую грунтовку превращает в желтую), например аргент Белый чёрно-глазый.

Grey factor Locus – локус «G», серый ген. Он регулирует интенсивность желтого и черного цвета в окрасе шерсти: *GG / Gg* – желтый пигмент, например, окрасы лилак и серый агути. Наличие рецессивных генов *gg* – удаляет почти весь желтый пигмент, рыжий цвет приближается к белому; ген оказывает влияние и на черный цвет – приближает его к серому, например, потенциально белые животные, так называемые «альбиносы».

Pink (Red) eyed Locus – локус «Р», ген красных глаз, контролирующий цвет глаз и осветляющий шерсть: РР/Рр – играет роль в выработке меланина в радужной оболочке и в проявлении чёрного тиккинга, например, окрасы серый агути и медовый темноглазый. рр – влияет на чёрный цвет, практически весь его удаляя, слегка размывает и растворяет желтый цвет, меняет черный цвет радужной оболочки глаз на красный, например окрасы Лилак и потенциально белые животные.

Spotting Locus – локус «Sp», ген пятнистости, контролирующий белые пятна и белые вкрапления, может проявляться на абсолютно любых окрасах, даже у потенциально белых животных. Белые пятна располагаются на голове, шее, животе и хвосте. Sp/sp – животные имеют пятна, Sp/Sp – погибают еще до рождения, sp/sp – животные без белых пятен. Если у песчанок нет белых пятен или вкраплений, ген не упоминается.

По информации сети интернет можно сделать вывод о выведении порядка сорока окрасов шерсти у монгольской песчанки в лабораторных условиях и у заводчиков любителей [12-15].

2. Материал и методы исследований

Исследования проводились в 2019-2020 гг. на базе мини-зоопарка КГБУ ДО «Алтайский краевой детский экологический центр». Материалом послужили когтистые или монгольские песчанки (*Meriones unguiculatus*).

Все животные содержались в одинаковых условиях (аквариумы с подстилкой). Получали одинаковый рацион кормления. Воду грызуны получали в поилках, вволю.

Использованы методы: наблюдения, описания, учёта, гибридологический метод и анализ. Варианты скрещиваний проведены при помощи генетического калькулятора.

3. Основная часть

3.1 Результаты исследований

3.1.1 Скрещивание монгольских песчанок с окраской шерсти

Золотой аргент

Для выяснения генотипа родительских пар монгольских песчанок окраски Золотой аргент были подобраны и отсажены 2 семьи: группа №1 и группа №2 (приложение 1, фото А, В).

Монгольская песчанка окраса Золотой аргент – песчанка рыжего цвета без тикинга с белым животом. Шерсть насыщенного оранжевого цвета, без желтых и красноватых оттенков, без тикинга или затемнения. Подшерсток серо-голубой. Живот белый. Граница между белым животом и цветной шерстью спины четкая, проходит на высоте около 1/3 от высоты тела. Вокруг глаз золотистые круги. Хвост соответствует цвету тела. Глаза рубиновые. Уши покрыты золотистыми волосками. Лапы белые с бесцветными когтями. Усы серебристые (фото 1).

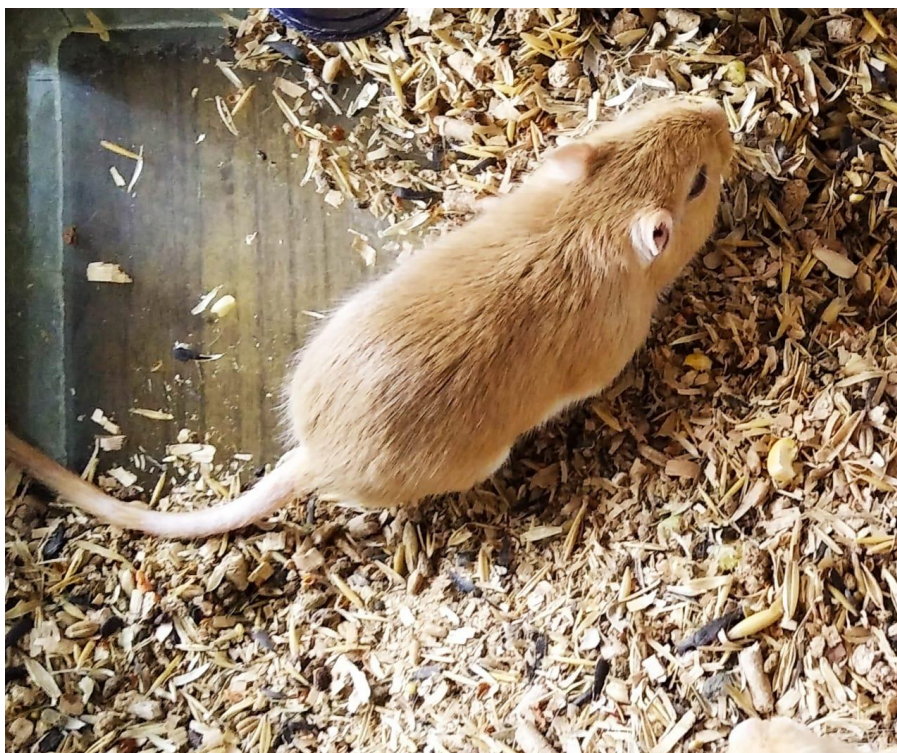


Фото 1. Монгольская песчанка (Золотой аргент)

Проверяемый генотип окраски Золотой аргент (Golden Argente) – $A^* CC E^* G^* pp$.

Родительская пара группы №1 принесла 4 приплода:

$P_1 \text{ ♀ } A^* CC E^* G^* pp \times \text{ ♂ } A^* CC E^* G^* pp$

F_1 6 особей золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* pp$

F_2 5 особей золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* pp$

F_3 6 особей золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* pp$

F_4 8 особей золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* pp$

Родительская пара группы №2 принесла 4 поколения:

$P_1 \text{ ♀ } A^* CC E^* G^* pp \times \text{ ♂ } A^* CC E^* G^* pp$

F_1 8 особей золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* pp$

F_2 9 особей золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* pp$

F_3 2 особи золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* pp$

F_4 5 особей золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* pp$

Как видно по результатам скрещиваний, потомство было единообразным по окраске шерсти. Все монгольские песчанки рождались с окраской Золотой аргент.

Из потомков последнего поколения были отобраны 2 самки и 1 самец с проверяемым генотипом $A^* CC E^* G^* pp$. Сформирована 1 семья (группа №3), в которой все потомство было с окраской Золотой аргент.

$P_2 \text{ ♀ } A^* CC E^* G^* pp \times \text{ ♂ } A^* CC E^* G^* pp$

F_1 11 особей золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* pp$

F_2 5 особей золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* pp$

F_3 5 особей золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* pp$

Так, все полученное потомство при скрещивании не дало расщепления по фенотипу, мы пришли к выводу, что генотип исходных родительских пар вероятнее был гомозиготным по всем парам отвечающих за окраску генов $AACCCEEGGpp$. При скрещивании песчанок с данным генотипом потомство будет единообразным по признаку, что удовлетворяет требования к чистоте линий лабораторных грызунов.

3.1.2 Скрещивание монгольских песчанок с окраской шерсти

Золотой агути

Если родители монгольских песчанок данного окраса неизвестны, то лучше всего подобрать в пару лилака или воротникового лилака. Если у агути есть носительство рецессивных генов (или гена), то в сочетании с генами лилака возможно получение детишек окрасов золотой агути, золотой аргент, черный и лилак. С воротниковым лилаком у агути будут те же 4 вышеперечисленных окраса плюс те же окрасы с воротником. Если же агути не несет рецессивных генов, то с воротниковым лилаком будут рождаться агути и воротниковые агути [11].

Так как в мини-зоопарке нет песчанок с окраской лилак, то для выяснения генотипа родительских пар окраски Золотой агути были подобраны и отсажены 2 семьи: группа №1 и группа №2 (приложение 2, фото А).

Песчанки окраса Золотой агути с белым брюшком. Шерсть разнородного окраса: у корней преобладает серый тон, в середине – черный, на кончиках – золотой с красноватым отливом. Живот максимально белый с резким переходом в оттенок пальто. Брюшко занимает одну треть от окраса всего покрова, а его ширина ориентировочно равной половине пальто. Цвет живота отделен от пальто полоской золотистых волосков, которая имеет расширение к низу в области внешней стороны лапок. Длина хвоста около 10 см, оттенок его верхней части совпадает с цветом пальто. По всей длине хвоста проходит линия из удлинённых черных волосков, заканчивающаяся затемненной кисточкой. Уши опушены короткой мягкой шерстью светло-серого цвета, с золотисто-красным отливом на кончиках волосков. Глаза большие, угольно-черные, в кольце из светлых волосков. Усы удлинённые, черно-белые. Когти черные (фото 2).



Фото 2. Монгольская песчанка (Золотой агути)

Проверяемый генотип окраски Золотой агути (Golden Agouti) – $A^* C^* E^* G^* R^*$.

Родительская пара группы №1 принесла 5 приплодов:

$P_1 \text{ ♀ } A^* C^* E^* G^* R^* \times \text{♂ } A^* C^* E^* G^* R^*$

F_1 8 особей с неуточненной окраской, так как потомство было съедено (что характерно для песчанок)

F_2 9 особей: 1 с неуточненной окраской (гибель), 6 золотой агути с генотипом $A^* C^* E^* G^* R^*$, 1 золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* rr$

F_3 3 особи золотой агути с генотипом $A^* C^* E^* G^* R^*$

F_4 5 особей: 3 золотой агути с генотипом $A^* C^* E^* G^* R^*$, 2 золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* rr$

F_5 8 особей золотой агути с генотипом $A^* C^* E^* G^* R^*$

Таким образом, мы установили, что родительская пара в потомстве дает расщепление по фенотипу на окраски особей Золотой аргент и

Золотой агути, что свидетельствует о гетерозиготности по определенным генам только одного из родителей.

Родительская пара группы №2 принесла 4 приплода:

$P_1 \text{ ♀ } A^* C^* E^* G^* P^* \times \text{ ♂ } A^* C^* E^* G^* P^*$

F_1 6 особей: 4 золотой агути с генотипом $A^* C^* E^* G^* P^*$, 2 золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* pp$

F_2 5 особей: 1 с неуточненной окраской (гибель), 3 золотой агути с генотипом $A^* C^* E^* G^* P^*$, 1 золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* pp$

F_3 4 особи золотой агути с генотипом $A^* C^* E^* G^* P^*$

F_4 3 особи золотой агути с генотипом $A^* C^* E^* G^* P^*$ (приложение 2, фото В).

Родительская пара №2 так же в потомстве давала расщепление по фенотипу на окраски особей Золотой аргент и Золотой агути, что свидетельствует о гетерозиготности генотипа одного из родителей по некоторым генам.

Из потомств семей были отобраны самки и самцы для образования новых опытных родительских пар: группа №3 (пара Золотой аргент) и группа №4 (пара Золотой агути).

Родительская пара группы №3 за период более, чем 6 мес. не принесла приплода.

$P_2 \text{ ♀ } A^* CC E^* G^* pp \times \text{ ♂ } A^* CC E^* G^* pp$

$F_1 - 0$

Отсутствие потомства связали с генетической не совместимостью. Пара уживалась, но беременности не наступало.

Родительская семья группы №4 состояла из 1 самца и 2-х самок.

За опытный период получено 4 приплода:

$P_2 \text{ ♀ } A^* C^* E^* G^* P^* \times \text{ ♂ } A^* C^* E^* G^* P^*$

F_1 и F_1 – потомство учтено вместе от 2-х самок, так как родили в одно время и не удалось зафиксировать матерей – 11 особей: 1 чёрный с генотипом $aa C^* E^* G^* P^*$, 9 золотой агути с генотипом $A^* C^* E^* G^* P^*$, 1 золотой аргент с генотипом $A^* CC E^* G^* pp$

В дальнейшем одна из родительских самок погибла.

F₂ 7 особей: 1 золотой агути с генотипом A* C* E* G* P*, 6 золотой аргент с генотипом A* CC E* G* pp

F₃ 7 особей: 5 чёрных с генотипом aa C* E* G* P*, 1 золотой агути с генотипом A* C* E* G* P*, 1 золотой аргент с генотипом A* CC E* G* pp* (приложение 3, фото А).

Таким образом, появление черных особей в потомстве свидетельствует о гетерозиготности генотипа одного из особей в исходных родительских парах. Следовательно, песчанок мини-зоопарка центра с окраской Золотой агути нельзя использовать для экспериментов и лабораторных испытаний. При этом, для выведения песчанок с различными вариантами окраса рекомендуется использовать особей Золотой агути, которые дают в потомстве расщепление.

Выводы

1. Песчанки с окраской шерсти Золотой аргент отличаются плодовитостью и жизнеспособным потомством.

2. Песчанки с окраской шерсти Золотой агути не всегда плодовиты, приносят нежизнеспособных малышей или съедают потомство. При разведении потомков наблюдается несовместимость.

3. У родительских пар монгольских песчанок с окраской шерсти Золотой аргент аллели генотипа вероятнее представлены только доминантными и рецессивными генами в гомозиготном состоянии. Потомство единообразно по окраске шерсти.

Исходные родительские особи с окраской шерсти Золотой агути являются гетерозиготными по определенным парам генов, которые способствовали появлению малышей с различной окраской шерсти.

4. С целью разведения и получения песчанок с различными вариантами окраски шерсти рекомендуется использовать родителей Золотой агути. Для экспериментов и лабораторных исследований необходимо подбирать пары Золотой аргент.

Список источников

Литература

1. Гостмежгосударственный стандарт 332162014. Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за лабораторными грызунами и кроликами. – М. : Стандартинформ, 2016. – 9 с.
2. Ахметов, И. З. Разведение диких грызунов в неволе / И. З. Ахметов // Первое всесоюзное совещание по проблемам зоокультуры. Тезисы докладов. Часть вторая. Москва, 1986. – С. 172-174.
3. Бакай, А. В. Генетика / А. В. Бакай, И. И. Кочиш, Г. Г. Скрипниченко. – М. : КолосС, 2007. – 408 с.
4. Володин, И. А. Песчанки: содержание и демография популяций разных видов в неволе / И. А. Володин, О. Г. Ильченко, С. В. Попов. – М., 1996. – 228 с.
5. Динец, В. Л. Звери. Энциклопедия природы России / В. Л. Динец, Е. В. Ротшильд. – М. , 1996. – 344 с.
6. Меркурьева, Е. К. Генетика. Учебн. для с.-х. вузов, специальность 110401, зоотехния // Е. К. Меркурьева, З. В. Абрамова, А. В. Бакай, И. И. Кочиш. – М. : Агропромиздат, 1991, – 446 с.
7. Наливайко, И. В. Монгольская песчанка как объект изучения генетики в вузе / И. В. Наливайко // Самарский научный вестник. – 2014. – № 2(7). – С. 80-81.
8. Никифорова, С. А. Поведение монгольских песчанок при взаимодействии раздельнополых особей / С. А. Никифорова, А. И. Чичкова, И. В. Наливайко // Материалы VI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <http://scienceforum.ru/2014/article/2014003310> (дата обращения: 28.08.2020).
9. Панфилова, А. В. Сравнительный анализ содержания песчанки монгольской и белых лабораторных крыс / А. В. Панфилова, И. В. Наливайко // Материалы VIII Международной студенческой научной

конференции «Студенческий научный форум» URL:
<http://scienceforum.ru/2016/article/2016023991> (дата обращения:
02.09.2020).

10. Рыбакова, А. В. Зоотехнические характеристики содержания песчанок в экспериментальных вивариях. Лабораторные животные для научных исследований / А. В. Рыбакова, М. Н. Макарова, 2018. URL:
<https://doi.org/10.29296/2618723X-2018-02-03> (дата обращения:
18.08.2020).

11. Фильчикова, С. Генетика окрасов песчанок / С. Фильчикова, О. Гречина // ГрызЛандия. Журнал о грызунах и зайцеобразных. – 2007. – № 03. – С. 6 – 11.

12. Чичкова, А. И. Наследование окраса шерсти у монгольской песчанки [Электронный ресурс] / А. И. Чичкова, С. А. Никифорова, И. В. Наливайко // Материалы VI Международного студенческого научного форума 2014 (электронной конференции). URL:
<http://www.scienceforum.ru/2014/494/1923> (дата обращения: 28.08.2020).

Электронные ресурсы

13. Песчанки: содержание, кормление, приручение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gerbillinae.ru/index.php/topic>, свободный.

14. Wild Fauna [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wildfauna.ru/peschanka>, свободный.

15. Союз заводчиков и селекционеров домашних животных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://planetazvereu.ru>, свободный.



Фото А. Монгольские песчанки (Золотой аргент). Группа №1



Фото В. Монгольские песчанки (Золотой аргент). Группа №2



Фото А. Монгольские песчанки (Золотой агути). Группа №1



Фото В. Монгольские песчанки (Золотой агути). Группа №2, F3 и F4



Фото А. Монгольские песчанки (Чёрный и Золотой агути). Группа № 4, F3