

НАСЛЕДОВАНИЕ ОКРАСА ШЕРСТИ У МОНГОЛЬСКОЙ ПЕСЧАНКИ

MERIONES UNGUICULATUS MILNE-EDWARDS

Чичкова А.И., Никифорова С.А., Наливайко И.В.
Поволжская государственная социально-гуманитарная академия
Самара, Россия

В связи с принятием ФГОС 2 важную роль в обучении студентов и школьников занимает научно-исследовательская деятельность. С сентября 2012 года на кафедре ботаники, общей биологии, экологии и биоэкологического образования ЕГФ ПГСГА действует виварий, в котором содержатся лабораторные крысы и монгольские песчанки. Члены кружка «Общая биология», изучая животных, проводят исследования результаты которых, представляются на защите курсовых и дипломных работ.

Актуальность исследования. Анализ учебной и учебно-методической литературы по генетике показывает, что наследование признака окраса и типа шерсти у млекопитающих рассматривается на примерах разведения:

- крупного рогатого скота (моногибридное скрещивание черных и белых животных породы шортгорн);
- морских свинок (моногибридное наследование мохнатой и гладкой шерсти, дигибридное скрещивание коротко или длинношерстных и белых или темных животных);
- кроликов (комплементарное наследование в формировании черной, голубой и белой окраски шерсти; множественный аллелизм в проявлении шиншилловой и гималайской окраски; влияние изменений температуры на окраску шерсти у горностаевой породы);
- лисиц (наследование платинового окраса);
- собак (проявление доминантного эпистаза при наследовании черного, коричневого и белого окраса шерсти);
- домашней кошки (наследование признаков определяющих окрасы: дикий тип, сиамские кошки, альбиносы по типу множественных аллелей, наследование генов трёхцветной окраски локализованных в половых хромосомах) [1-5; 7].

На наш взгляд в качестве объекта генетических исследований студентов могут выступить монгольские песчанки. Это позволит применить теоретические знания предмета на практике.

Цель исследования: изучить наследование окрасов шерсти у монгольской песчанки; выявить генотипы монгольских песчанок, содержащихся в лаборатории ПГСГА.

Объект исследования: монгольская песчанка *Meriones unguiculatus* Milne-Edwards.

Предмет исследования: закономерности наследования признака окраса шерсти у монгольской песчанки.

Задачи исследования:

1. Выявить представления о наследовании признака окраса шерсти у монгольских песчанок. Определить тип наследования признака окраса шерсти у монгольских песчанок.

2. Сравнить генотипы и фенотипы, родившихся в виварии детёнышей монгольской песчанки, с теоретически возможными генотипы и фенотипы детёнышей при скрещивании особей родительской пары с окрасами шерсти Агути и Лилак.

Время и место проведения: наблюдения проводились с января 2012 года по декабрь 2013 года в условиях вивария кафедры естественно-географического факультета ПГСГА.

Источники, посвящённые вопросам биологии, содержанию, размножению монгольской песчанки, представляют некоторую информацию и об их генетике. И.Я. Павлинов с соавторами отмечают то, что кариотип: $2N=44$, двуплечих хромосом значительно больше, чем одноплечих [6]. 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* [8; 9]. О локализации данных генов в хромосомах информация не представляется. Все гены локализируются в аутосомах, так как окрас шерсти не связан с полом.

Каждая пара генов вносит свой вклад в формирование признака:

- **Agouti Locus** – локус «*A*», 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 «*C*», шиншилла ген, определяющий отсутствие пигмента меланина. Локус «*C*» имеет три аллели: *C, c^{chm}* и *c^h*. При генотипе *CC/C** – окрас полноценный, т.е. меланин вырабатывается в норме, например окрасы Лилак и Золотой аргент.

c^{chm} – 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.

c 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 Золотой аргент и 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 «*P*», ген красных глаз, контролирующий цвет глаз и осветляющий шерсть: *PP/Pp* – играет роль в выработке меланина в радужной оболочке и в проявлении чёрного тиккинга, например, окрасы серый агути и медовый темно-глазый. *pp* – 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.

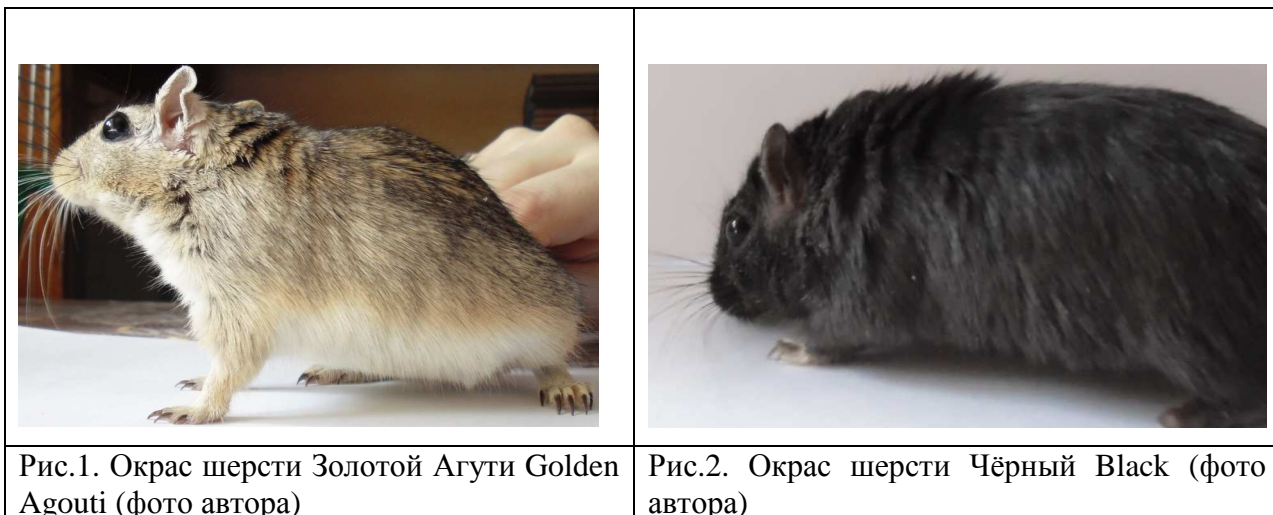
По информации сети интернет можно сделать вывод о выведении порядка сорока окрасов шерсти у монгольской песчанки в лабораторных условиях и у заводчиков-любителей. В виварии ЕГФ за весь период содержания животных появились и содержатся животные 12 окрасов (без учета пятнистости). Рассмотрим характеристику некоторых окрасов и возможные генотипы песчанок, содержащихся в виварии ЕГФ.

Золотой Агути (Golden Agouti) – $A^* C^* E^* G^* P^*$ (рис.1)

Основной цвет шерсти мягко красновато-золотой, равномерно покрытый черным волосом по бокам и задней части волоса, серый в корне. Мех живота белый, чётко видна граница между ним и основным окрасом особи. Хвост имеет ту же окраску, что и тело, но по нему проходит чёткая полоска чёрных волосков, которая оканчивается в чёрной кисточке. Радужная оболочка глаз чёрная, глаза окружены серыми волосками.

Чёрный (Black) – $aa C^* E^* G^* P^*$ (рис.2)

Шерсть чёрная, плотно прилегает к коже и под цвет тела. Глаза ярко чёрного цвета, в обрамлении чёрных, как и всё тело, волосков.



Золотой Аргент (Argente Golden) – $A^* CC E^* G^* pp$ (рис.3)

Цвет шерсти золотой, без переходов в красноватый или штриховки. Белый мех живота, определяет чёткую границу между основным цветом и цветом белого низа. Нижняя часть волос сине-серая. Глаза ярко рубинового цвета. Уши покрыты золотыми волосками. Хвост имеет ту же окраску, что и тело, но по нему проходит чёткая полоска из длинных белых волосков, которая оканчивается в белой кисточке.

Лилак или Сиреневый (Lilac) – $aa CC E^* G^* pp$ (рис.4)

Шерсть по всему телу, в том числе на животе и хвосте, свинцово-серая. Глаза ярко рубинового цвета. Уши закрывают серые волоски.



Рис.3. Окрас шерсти Золотой Аргент Argente Golden (фото автора)

Рис.4. Окрас шерсти Лилак или Сиреневый Lilac (фото автора)

Проведем анализ наследования окраса в потомстве F_1 при скрещивании родительской пары окраса шерсти Золотой агути и Лилак. У гетерозиготной по пяти генам особи монгольской песчанки окраса Золотой агути $Aa Cc Ee Gg Pp$ может образоваться 32 типа гамет (2^5). У особи окраса Лилак $aa CC Ee Gg pp$ гетерозиготной по двум генам и гомозиготной по трем генам, отвечающих за развитие признака, – 4 типа гамет (2^2). Из анализа исключается ген D , так как ранее упоминалось, что в России встречаются особи гомозиготные по гену D . И ген пятнистости, который только влияет на развитие белых пятен и не влияет на проявление основного окраса шерсти, т.к. животные не имеют белых пятен, ген будет обозначаться как $spsp$ и находиться в гомозиготном рецессивном состоянии.

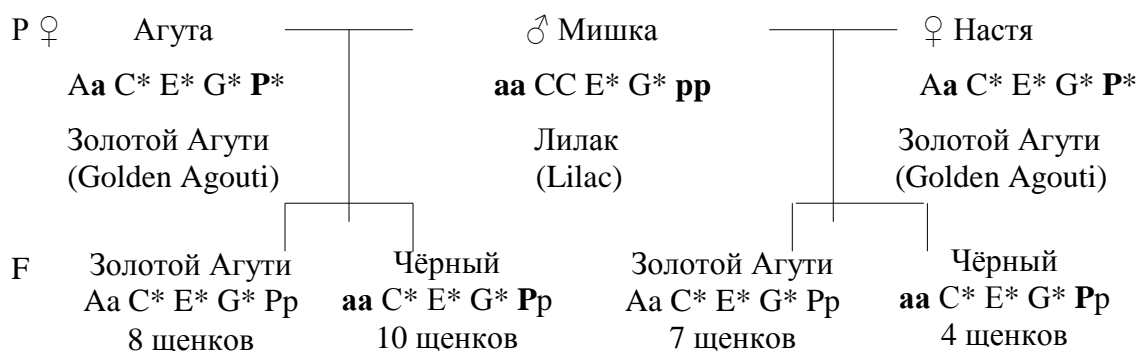
Теоретический расчёт количества генотипов при слиянии гамет родительской пары с применением решётки Пеннета показал возможность образования 128 комбинаций. Использование информации о проявлении генотипа в фенотип [9], позволило определить возможные окрасы шерсти у потомства и их соотношение: золотой агути : лилак : чёрный : золотой аргент : серый агути : слоновая кость : медовый красно-глазый : медовый тёмно-глазый : мускатный орех : шафран : полярная лиса : красноглазая полярная лиса : серебрянный мускатный орех : красноглазый серебрянный мускатный орех = 18 : 18 : 18 : 18 : 12 : 12 : 6 : 6 : 6 : 6 : 2 : 2 : 2 : 2.

В виварии были созданы родительские пары:

- 1 пара: самка Агута (окрас Золотой агути) и самец Мишка (окрас Лилак);
- 2 пара: самка Настя (окрас Золотой агути) и самец Мишка (окрас Лилак).

У первой пары за три помета родилось 18 щенков, у второй пары за два помета – 11 щенков. У каждой пары детеныши были окраса либо Золотой агути, либо Черный. Гибринологический анализ генотипа родительских пар возможен, но только не в традиционном варианте ($P \rightarrow G \rightarrow F_1$), а в обратном: по потомству (F_1) можно установить возможные гаметы (G) родительских форм (P); на основании гамет – возможные генотипы, и, следовательно фенотипы родителей (P).

Ситуация предстает в виде исследовательской задачи на взаимодействие неаллельных генов и представлена на рис. 5.



Окрас Лилак определяется наличием гомозиготных рецессивных аллелей генов $aarp$, гомозиготных доминантных аллелей гена CC , тогда как остальные гены могут быть как в гетерозиготном, так и гомозиготном состоянии. Появление в потомстве черных щенков (обязательно наличие aaP^*) показывает, что агути ген A у обеих самок представлен в гетерозиготном состоянии Aa . Можно предположить, что ген красных глаз P у обеих самок представлен в гомозиготном состоянии PP , так как не появилось ни одного щенка окраса Лилак и Золотой Аргент, для генотипов которых обязательно наличие ген красных глаз P в гомозиготном рецессивном состоянии pp . Однако, недостаточно большое количество щенков не дает возможность с полной достоверностью это утверждать. Необходимо продолжить скрещивание данных животных.

Выводы

1. Окрас шерсти у монгольской песчанки кодируется семью парами генов: A, C, E, D, G, P, Sp . Наследование признака окраса шерсти полигенно, не сцеплено с полом. Наследование гена C идет по типу множественного аллелизма.

2. Теоретический расчет показывает, что при слиянии гамет родительской пары монгольских песчанок окраса шерсти Золотой Агути и Лилак может образоваться 128 комбинаций генотипов потомства.

3. Монгольские песчанки окраса шерсти Золотой Агути и Лилак, содержащиеся в виварии ЕГФ, имеют генотипы:

самка Агута (окрас шерсти Золотой Агути) – $Aa C^* E^* G^* P^*$;

самка Настя (окрас шерсти Золотой Агути) – $Aa C^* E^* G^* P^*$;

самец Мишка (окрас шерсти Золотой Агути) – $aa CC E^* G^* pp$.

Список литературы

1. Алиханян, С.И. Общая генетика [Текст]: учебник для студ. биол. спец. ун-тов / С.И. Алиханян, А.П. Акифьев, Л.С. Чернин. – М.: Высшая школа, 1985. – 448 с.

2. Генетика [Текст]: учебник для вузов / под ред. академика РАМН В.И. Иванова – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 638 с.

3. Инге-Вечтомов, С.Г. Генетика с основами селекции [Текст]: учебник для биол. спец. ун-тов / С.Г. Инге-Вечтомов. – М.: Высшая школа, 1989. – 591 с.

4. Киселева, З.С. Генетика [Текст]: учеб. пособие по факультатив. Курсу для уч-ся X кл. / З.С. Киселева, А.Н.Мягкова. – М.: Просвещение, 1983. – 175 с.

5. Крестьянинов, В. Ю., Вайнер, Г. Б. Сборник задач по генетике с решениями [Текст]: сборник задач / В. Ю. Крестьянинов, Г. Б. Вайнер. – 2-е изд., испр. – Саратов: Лицей, 2007. – 128 с.

6. Павлинов, И.Я. Песчанки мировой фауны [Текст] / И.Я. Павлинов, Ю.А. Дубровский, О. Л. Россолимо [и др.]. – М.: Наука, 1990. – 368 с.

7. Рытов, Г.Л. Типичные задачи по психогенетике [Текст]: сборник задач / Г.Л. Рытов. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2007. – 72 с.

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

9. Gerbil Colors Dictionary [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.thegerbils.com/dictionary.htm>. – Дата обращения: 27.12.2010.