

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ГЕНЕТИКИ

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

магістра

(рівень вищої освіти)

на тему: Генетичний поліморфізм шиншил

Виконала: студентка II курсу, групи 8.0918-Г
спеціальності 091 Біологія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Генетика

(код і назва освітньої програми)

В.М. Коваль

(ініціали та прізвище)

Керівник доц., доц., к.б.н. О.М. Войтович

(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент д.б.н. проф. В.О. Лях

(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя
2020

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Бойка О.А., к.б.н., доц.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Опрацювання літературних джерел з теми	Жовтень 2018 – травень 2019 року	виконано
2.	Ознайомлення з матеріалом дослідження	Червень 2019 року	виконано
3.	Виконання експериментальної складової роботи	Липень – жовтень 2019 року	виконано
4.	Оформлення розділу з огляду літератури	Березень-Квітень 2019 року	виконано
5.	Формування розділу «Матеріали та методи дослідження»	Вересень 2019 року	виконано
6.	Аналіз даних та написання експериментального розділу	Жовтень-Листопад 2019 року	виконано
7.	Оформлення кваліфікаційної роботи згідно вимог	Грудень 2019 року	виконано
8.	Оформлення матеріалів до захисту, попередній захист кваліфікаційної роботи	Січень 2020 року	виконано

Студент _____

В.М. Коваль

Керівник роботи _____

О.М. Войтович

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____

О.А. Бойка

РЕФЕРАТ

Робота викладена на 82 сторінках друкованого тексту, містить 14 таблиць та 12 рисунків. Перелік посилань включає 52 джерела.

Об'єктом дослідження була приватна колекція шиншил.

Мета роботи – оцінити генетичний потенціал приватної колекції шиншил за рівнем поліморфізму забарвлення.

Методи дослідження – аналіз наукової літератури, гібридологічний аналіз та генетичне прогнозування.

Складений та систематизований визначник алелів забарвлення шиншили. Проведено генетичний опис приватної колекції шиншил та складено генетичний портрет 15 тварин. Визначено особливо генетично цінні форми – гомозиготний бежевий, сапфір та гомобежевий фіолет. Підтверджено генетичну чистоту форм колекції та визначено перспективні напрямки проведення гібридизації з метою розкриття та реалізації генетичного потенціалу. Проаналізовано роботу генетичного калькулятора для розрахунку можливих забарвлень шиншил, підтверджено його зручність як інструменту для зручного та швидкого моделювання можливих варіантів забарвлення за умови знання генотипів батьків.

Отримані результати можуть бути використані як посібник для ефективною роботи з штучними популяціями шиншил.

ДОВГОХВОСТА ШИНШИЛА, ФЕНОТИП, ГЕНЕТИЧНИЙ ПОРТРЕТ, МУТАНТНІ АЛЕЛІ ЗАБАРВЛЕННЯ, ГІБРИДОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ, ПЛЕЙОТРОПНИЙ ЕФЕКТ

ABSTRACT

The work is presented at 82 pages of printed text, containing 14 tables and 12 figures. The list of references includes 52 sources.

The object of the study was a private collection of chinchillas.

The purpose of this work was to evaluate the genetic potential of a private chinchilla collection by the level of color polymorphism.

Research methods – scientific literature analysis, hybridological analysis and genetic prediction.

The determinant of the chinchilla color alleles was compiled and organized. A genetic description of a private collection of chinchillas was conducted and a genetic portrait of 15 animals was completed. Particularly genetically valuable forms have been identified – homozygous beige, sapphire, and homobeige violet. The genetic purity of collection forms has been confirmed and promised directions for hybridization to identify and realize the genetic potential. The work of the genetic calculator for calculating the possible color of chinchillas is analyzed, and its convenience as a tool for the convenient and fast modeling of possible color variants, provided the knowledge of the parents' genotypes is confirmed.

The obtained results can be used as a guide for effective work with artificial chinchilla populations.

CHINCHILLA LANIGERA, PHENOTYPE, GENETIC PORTRAIT,
MUTANT COLOR ALLELES, HYBRIDOLOGICAL ANALYSIS, PLEYOTROPIC
EFFECT

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	12
1.1 Особливості пігментогенезу у шиншил <i>Chinchilla lanigera</i>	12
1.2 Генетичний контроль ознаки забарвлення хутра у <i>Chinchilla lanigera</i>	16
1.2.1 Домінантні мутації забарвлення.....	17
1.2.1.1 Стандартний сірий (Standard Grey (A_{-}))	17
1.2.1.2 Чорний оксамит (Black Velvet (Bbl)).....	18
1.2.1.3 Вільсонівський білий (Wilson White (Ww))	19
1.2.1.4 Домінантний бежевий Тауера (Tower Beige (P^w))	20
1.2.1.4.1 Гетеробежевий (Heterobeige ($P^w p^w$)).....	21
1.2.1.4.2 Гомобежевий (Homobeige ($P^w P^w$))	21
1.2.1.5 Ебоні (Ebony (E)).....	22
1.2.1.5.1 Гомоебоні (Homoebony (EE)).....	23
1.2.1.5.2 Гетероебоні (Heteroebony (Ee)).....	23
1.2.2 Рецесивні мутації забарвлення	24
1.2.2.1 Не агуті (Non-aguti (aa))	24
1.2.2.2 Деревне вугілля (Charcoal, (bb))	25
1.2.2.3 Фіолет (Sullivan Violet (vv)).....	26
1.2.2.4 Біла альбіотична (Albino (cc)).....	26
1.2.2.5 Імлисте або туманне забарвлення (Misty (mm))	27
1.2.2.6 Бежевий рецесивний	27
1.2.2.7 Сапфір (Larsen Sapphire (ss)).....	28

1.2.3 Гібридні забарвлення	29
1.2.3.1 Білий оксамит (TOV White (W_wBlbl)).....	29
1.2.3.2 Коричневий оксамит (Brown Velvet ($P^w p^w Blbl$))	30
1.2.3.3 Бежевий домінуючий (гомозиготний) оксамит (гомобежевий оксамит) (Gomobeige velvet ($P^w P^w Blbl$)).....	31
1.2.3.4 Біло-рожевий (Pink White ($W_w P^w p^w$)).....	31
1.2.3.5 Біло-рожевий оксамит (ToV Pink White ($W_w P^w p^w Blbl$)).....	32
1.2.3.6 Біло-рожевий ебоні (Pink White ebony ($P^w p^w W_w Ee$)).....	33
1.2.3.7 Білий ебоні (White/Ebony cross ($W_w Ee$)).....	33
1.2.3.8 Фіолетовий сапфір або блакитний діамант (Blue Diamond ($vvss$)).....	34
1.2.3.9 Блакитний діамант оксамитовий (Blue Diamond Velvet ($Blblvvss$)).....	34
1.2.3.10 Пастель або бежевий гетероебоні (Beige heteroebony ($P^w p^w Ee$)).....	35
1.2.3.11 Оксамитова пастель або оксамитовий гетеробежевий гетероебоні	35
1.2.3.12 Гетеробежевий Гомоебоні, або Пастель Гомозиготна (Beige-Номоебоні cross ($P^w p^w EE$)).....	36
1.2.3.13 Гомобежева пастель (Номобеже heteroebony ($P^w P^w Ee$))	37
1.2.3.14 Пастель гомобежева оксамитова (Blond Pastel Velvet ($P^w P^w EeBlbl$))	38
1.2.3.15 Білий сапфір (White Sapphire ($W_w ss$))	38
1.2.3.16 Оксамитовий Сапфір (Sapphire TOV ($Blblss$)).....	39
1.2.3.17 Сапфіровий ебоні (Saphire Ebony ($Eess$)).....	39
1.2.3.18 Оксамитовий фіолет (TOV Violet ($Blblvv$)).....	40
1.2.3.19 Бежевий фіолетовий оксамит (Beige TOV Violet ($BlblP^w p^w vv$))	40
1.2.3.20 Фіолетово-білий (White Violet ($W_w vv$)).....	41
1.2.3.21 Фіолетовий білий оксамит ($BlblW_w vv$)	41
1.2.3.22 Гомобежевий фіолетовий (Blond violet ($P^w P^w vv$)).....	41

1.2.3.23 Фіолетовий гетеробоні (Violet heteroebony (<i>Eevv</i>)).....	42
1.2.3.24 Оксамитовий гетеробоні (TOV Ebony (<i>BlblEe</i>)).....	42
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ	43
2.1 Матеріали дослідження	43
2.2 Застосування методів генетичного аналізу для прогнозування ймовірності появи цінних забарвлень у колекції шиншил.....	45
2.2.1 Гібридологічний метод.....	45
2.2.2 Генетичне прогнозування.....	45
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	49
3.1 Генетичний опис приватної колекції шиншил.....	49
3.2 Перспективи реалізації генетичного потенціалу колекції шиншил	55
3.3 Генетичний калькулятор для розрахунку можливих забарвлень шиншил...	66
ОХОРОНА ПРАЦІ	70
ВИСНОВКИ.....	77
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	78
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	79
ДОДАТКИ.....	83

ВСТУП

Шиншила довгохвоста (*Chinchilla lanigera*) відноситься до ряду гризунів (*Rodentia*), родини шиншилових (*Chinchilidae*) [1] і останні 90 років є об'єктом уваги великої кількості заводчиків по всьому світу.

Природнім ареалом існування шиншили є гори Південної Америки. Перші випадки використання людиною хутра шиншили датовані більш як тисячу років назад та пов'язані з існуванням племені «Chincha-Indians», назву яким дали іспанські конкістадори. Після початку конкісти шиншил почали виловлювати для іспанського королівського двору через їх неймовірно гарне та м'яке хутро. Далі мода на хутро шиншили поширилася Європою та Північною Америкою, що викликали підвищення попиту на виловлювання тварин, а це в свою чергу призвело до швидкого виснаження природних популяцій шиншил. У 1918 році експорт припинився, промисел тварин призвів майже до їх повного зникнення, і подальший їх видобуток вже загрожував самому існуванню шиншили як виду. З цього моменту і почалася робота з доместикації шиншил та їх розведенню в неволі [2].

Наразі шиншили, що розводяться в неволі, помітно відрізняються від своїх предків фенотипово, фізіологічно та етологічно. Найбільшу увагу, звісно, отримали фенотипові зміни, а саме мутації забарвлення хутра. В процесі доместикації шиншили до теперішнього часу отримано близько 200 колірних варіантів, які отримані на основі комбінації 15 мутацій, які стосуються забарвлення волосяного покриву (11 рецесивних і 4 домінантних), носії яких розрізняються між собою за фенотипом, а іноді тільки за генотипом. Отримання і розмноження такої великої кількості колірних форм виявилось можливими тільки в умовах клітинного розведення [3].

Однак механізм успадкування деяких генів забарвлення викликає запитання, які досі залишаються відкритими. Частіше за все розведення шиншил носить аматорський характер, за якого люди без спеціальної біологічної чи ге-

нетичної освіти прагнуть до розширення фенотипового різноманіття власних колекцій тварин. Ця задача ускладнюється тим, що в генотипі тварин є гени, плейотропним ефектом яких є вплив на життєздатність новонароджених шиншил.

Таким чином, генетичний аналіз є дуже актуальним для моделювання пар тварин, схрещування яких буде оптимальним та може стати джерелом отримання коштовних забарвлень шиншил.

Об'єкт дослідження – приватна колекція шиншил.

Предмет дослідження – генетична складова забарвлення хутра шиншил.

Мета даної роботи – оцінити генетичний потенціал приватної колекції шиншил за рівнем поліморфізму забарвлення.

Для досягнення мети було поставлено наступні завдання:

1. провести генетичний опис приватної колекції шиншил та скласти генетичні портрети 15 тварин;
2. визначити генотипи, що становлять особливу генетичну цінність для колекції;
3. перевірити генетичну чистоту форм колекції;
4. визначити перспективні напрямки проведення гібридизації з метою розкриття та реалізації генетичного потенціалу колекції;
5. скласти схеми небажаних схрещувань;
6. проаналізувати роботу генетичного калькулятора як інструмента для розрахунку можливих забарвлень шиншил.

Методи дослідження – аналіз наукової літератури, гібридологічний аналіз та генетичне прогнозування.

Наукова новизна – запропонований визначник алелів є зручним інструментом для встановлення генотипу шиншил з метою прогнозування результатів схрещувань.

Практична значимість – отримані результати можуть бути використані як посібник для ефективного роботи з штучними популяціями шиншил.

Матеріали роботи були представлені на VIII регіональній науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Актуальні проблеми та перспективи розвитку природних, медичних та фармацевтичних наук» (листопад 2019 року) та на III міжнародній науковій конференції «Сьогодення біологічної науки» (листопад 2019 року).

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Особливості пігментогенезу у шиншил *Chinchilla lanigera*

У хребетних тварин пігментація на основі меланіну є кульмінацією складного процесу, що включає виникнення, міграцію та регуляцію меланоцитів [4]. Спираючись на дослідження проведені на ссавцях, зміни в розвитку та регуляції меланоцитів у підсумку призводять до двох основних шляхів, в яких генерується зміна фенотипу пігментації:

1. зміна просторового розподілу пігментації по всьому тілу;
2. зміна щільності або розподілу пігменту вздовж окремих волосків.

Обиді стратегії можуть виражати сильний вплив на загальний зовнішній вигляд, але, вірогідно, мають чітку генетичну основу та проявляються на різних частинах шляху розвитку. Не дивлячись на зростаючий інтерес до розуміння процесу генерації патернів пігментації, найбільш ретельний аналіз шляху пігментації був зосереджений на регуляції меланоцитів.

Одним з аспектів пігментації ссавців, який часто був субстратом для природних змін, є регуляція і розподіл типів пігментів, які продукуються меланоцитами. У ссавців є два типи пігментів: еумеланін, який відповідає за колір від чорного до коричневого, і феомеланін, який відповідає за колір від червоного до жовтого. У меланоцитах кілька генів беруть участь в координації «перемикання типу пігменту» між синтезом еумеланіну і феомеланіну [5]. Цей перемикач контролюється взаємодією двох первинних генів: рецептора меланокортин-1 (*Mclr*), який кодує семітрансмембранний рецептор, що експресується в меланоцитах, і його ліганд, агуті, чий білковий продукт секретується з навколишніх клітин кожного сосочка і діє, аби пригнічувати передачу сигналів *Mclr* (рис 1.1). За відсутності білка Агуті базальні рівні активності *Mclr* підтримують рівні внутрішньоклітинного циклічного АМФ (цАМФ) досить високими задля активації шляху синтезу еумеланіну. Однак у присутності білка Агуті активність *Mclr* інгібується, рівні цАМФ знижуються, і меланоцити припиняють

продукувати еумеланін і починають продукувати феомеланін. Тому взаємодія цих двох білків відіграє вирішальну роль у визначенні того, який тип пігменту відкладається вздовж окремих волосків.

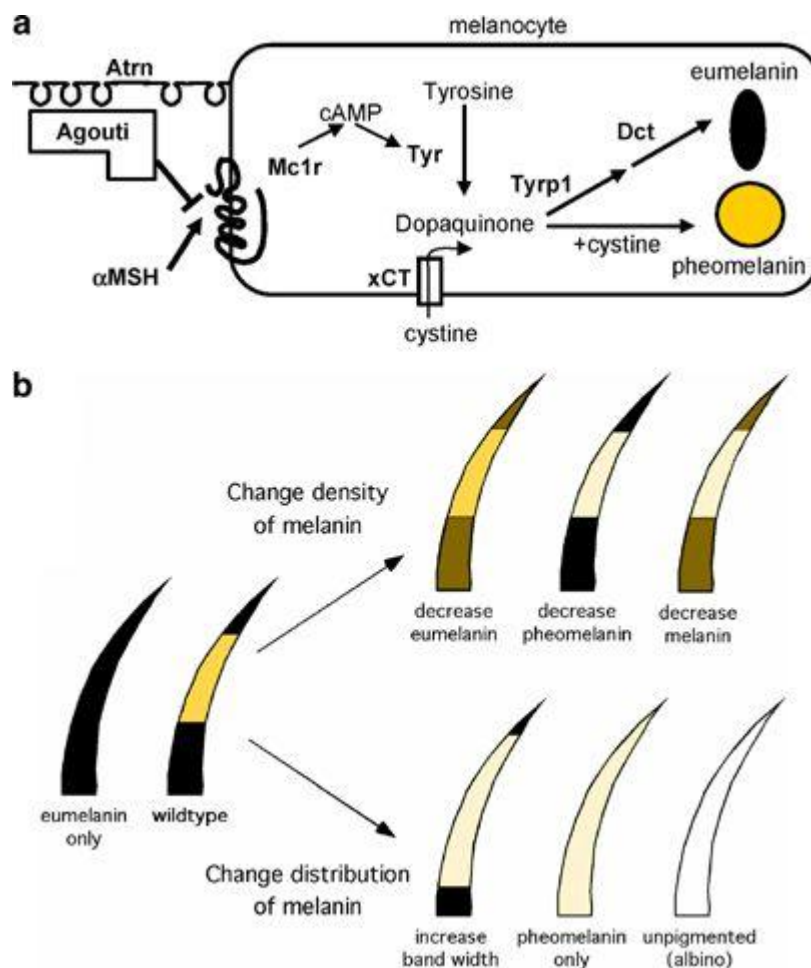


Рисунок 1.1 – Генетичний шлях, який регулює меланогенез ссавців і фенотиповий вплив на пігмент і структуру волосся [6]

Циркуляційний α -MSH (похідний POMC) активує *Mc1r*, трансмембранний рецептор, пов'язаний з G-білком, і передає сигнали через цАМФ. Внутрішньоклітинно тирозин окислюється до допахінона, реакції, що каталізується ферментом тирозинази (*Tyr*). Вважається, що циклічний АМФ впливає на ферментативну активність тирозинази, а також ензим-специфічних ферментів, тирозинази-пов'язаного білка 1 (*Tyrp1*) і допахром таутомерази (*Dct*). Коли всі ці три ферменти функціонують належним чином, еумеланін (від коричневого до

чорного пігменту) відкладається в меланосомах. Агуті, зворотній агоніст *Mclr*, зв'язується з *Mclr* за допомогою позаклітинного білка *Atrn* для придушення внутрішньоклітинних рівнів цАМФ, що призводить до «переключення» механізму на виробництво феомеланіну (від жовтого до червоного пігменту). Виробництво феомеланіну залежить від включення цистину (локус *Slc7a11*) (рис. 1.1 – а).

Загальний колір шерсті у ссавців визначається щільністю меланіну і розподілом меланіну (або типів меланіну) по окремим волоскам. Пігмент на окремих волоссі варіюється від повністю пігментованого темним еумеланіном до повної відсутності пігменту, що призводить до появи волосся альбіносів. У типових волоссів дикого типу у ссавців є субтермінальна смуга феомеланіну світлого кольору, оточена більш темним еумеланіном, що забезпечує смугастий загальний вигляд (рис. 1.1 – б).

Відомо, що додаткові гени змінюють щільність і розподіл меланосом (гранул пігменту), виявлених в меланоцитах. Тирозиназа, наприклад, є обмежуючим швидкість ферментом в меланогенезі. Було охарактеризовано понад 100 алелів тирозинази, починаючи від нульових алелів, що призводять до повної відсутності пігментації (альбіноси), до алелів зі зниженою функцією, які обмежують вироблення меланіну [6]. Інші гени, такі як пов'язаний з тирозиназою білок-1 (*Tyrp1*) і допахром таутомераза (*Dct* або *Tyrp2*), в основному регулюють шлях еумеланіну. Білок, що кодує гамма-глутамілтранспептидази (*Ggt*) впливає на вироблення феомеланіну, і вже був описаний інший ген, специфічний для феомеланогенезу, *Slc7a11* [7]. Крім того, деякі гени *Rab27a*, *Myo5a* і *Mlph* добре вивчені в якості моделей для транспорту органел, оскільки вони координують транспорт і розподіл меланосом, як еумеланосом, так і феомеланосом, в меланоцитах [8]. Мутації в цих генах порушують організацію меланосом і можуть послаблювати загальне забарвлення.

Хоча більша частина знань про шляхи пігментації була зібрана у ссавців в цілому і лабораторних мишей зокрема, шлях меланіну високо збережений серед хребетних. Проте, модифікації цього шляху розвитку можуть викликати різкі

зміни пігментації серед таксонів хребетних [9]. У ссавців меланоцити продукують два типи пігменту (еумеланін і феомеланін), і співвідношення типів меланіну в значній мірі відповідає за зміну кольору волосся.

Генетично шиншила примітна тим, що її хутро позбавлене феомеланіну. Шерсть зазвичай агуті, але світло-сірого кольору замість коричнево-сірого у більшості гризунів. Агуті-смуга при роздвігненні шерсті може виглядати світло-сірою, кольору слонової кістки або білою. З часу одомашнення про ряд кольорових мутантів повідомлялося у статтях, опублікованих у різних журналах про хутро. Ці мутації є досить цікавими.

Фенотипова схожість між кольором шерсті *Chinchilla lanigera* та тією, що продукується алелями "шиншили", спонукала домовитись, що останні можуть стати генами дикого типу для цього виду. Якщо у шиншили з'явиться мутант, який відновлює феомеланін в шерсті і успадковується як домінуючий, спокуса сприйняти це як підтвердження міркувань буде величезною [10].

Мутації в декількох генах можуть змінювати перемикання типу пігменту, включаючи сам ген Агуті і ген рецептора меланокортину 1 (*Mclr*), який кодує рецептор білка Агуті, що експресується на меланоцитах. Генетична мінливість у *Agouti* і *Mclr* є важливим джерелом природних поліморфізмів забарвлення шерсті, які змінюють баланс між еумеланіном і феомеланіном, і була виявлена у кількох свійських видів, включаючи собак, свиней, коней, корів, а також людей [10].

Внутрішньоклітинні сигнальні події, відповідальні за перемикання з синтезу еумеланіну на феомеланін, повністю не зрозумілі, але одним важливим компонентом, пов'язаним з перемиканням, є придушення активності тирозинази, оскільки синтез феомеланіну, очевидно, вимагає меншої активності тирозинази, ніж синтез еумеланіну. Проте, в деяких генетичних фонах передача сигналів *Agouti* знижує активність тирозинази до рівня, який більш не є достатнім для підтримки синтезу феомеланіну, викликаючи перехід від виробництва чорного/коричневого пігменту до майже відсутності пігменту. Це явище, ймовірно, є причиною відмінності між появою матового золотистого і матового сіро-

го, причому останній характерний для тварин, таких як шиншила або сірий вовк [11].

1.2 Генетичний контроль ознаки забарвлення хутра у *Chinchilla lanigera*

Найбільш розповсюдженими у шиншили 7 «базових» забарвлень. До них відносяться стандартний сірий та 6 мутантних забарвлень (в хутряній промисловості термін «мутантний» застосовується для кольорів, що відрізняються від стандартного забарвлення): чорний оксамит, білий Вільсона, бежевий, ебоні, фіолетовий та сапфіровий. Отримання і розмноження такої великої кількості кольорних форм виявилися можливими тільки в умовах клітинного розведення (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Позначення мутантних генів забарвлення шиншили відносно стандартного забарвлення [13]

Вид		Символи генів									
Стандарт		AA	BB	CC	ee	MM	PP	SS	blbl	ww	VV
Мутаційні види	Домінантні	Чорний оксамит							Blbl		
		Білий Вільсона								Ww	
		Бежевий Тауера						$P^w P^w$			
		Ебоні				Ee					
	Рецесивні	Не агуті	aa								
		Вугільне		bb							
		Альбінотичне			cc						
		Туманне					mm				
		Бежеве Польське						pp			
		Бежеве Саллівана						$p^s p^s$			

Вид		Символи генів									
Стандарт		<i>AA</i>	<i>BB</i>	<i>CC</i>	<i>ee</i>	<i>MM</i>	<i>PP</i>	<i>SS</i>	<i>blbl</i>	<i>ww</i>	<i>VV</i>
Рецесивні	Бежеве Веллмана						<i>p^rp^r</i>				
	Сапфірове							<i>ss</i>			
	Фіолетове										<i>vv</i>

В процесі доместикації шиншили було зареєстровано 13 мутацій, які стосуються забарвлення волосяного покриву (9 рецесивних і 4 доміантних), на основі комбінацій яких до теперішнього часу отримано більше 100 колірних варіантів, носії яких розрізняються між собою за фенотипом, а іноді тільки за генотипом [12].

1.2.1 Домінантні мутації забарвлення

1.2.1.1 Стандартний сірий (Standard Grey (*A*_))

Це дикий (природний) тип забарвлення. Колір хутра на спині і боках від світло-сірого до темно-сірого з блакитним відтінком, на черевці білий або блакитно-білий (рис. А.1). Відповідно, в Європі виділяють світло, середньо- і темно-стандартних шиншил. Американські фермери, які займаються хутровим розведенням стандартних шиншил, розрізняють у них 7 колірних відтінків.

Це природне забарвлення ще називають Агуті (*agouti*). Ген агуті визначає зональне розташування пігментних гранул, в результаті чого кожен волосок має яскраво виражені зони – темні і світлі ділянки. Зокрема, нижня частина волоса стандартних шиншил майже чорна або синювата, середня – біла, верхня – чорна. Така зональність створює візуальний ефект гри тонів на вигинах тіла тварин. При розведенні кольорових шиншил рекомендується, аби не менше 10% племінного поголів'я складали стандартні шиншили високої якості, так як їх

використовують для "поліпшення" якості (густоти) хутра, розмірів тіла і виразності очей кольорових шиншил.

Крім того, стандартні шиншили, як правило, швидше дозрівають, більш плідні і витривалі, ніж кольорові [14].

1.2.1.2 Чорний оксамит (Black Velvet (*Blbl*))

Цей ген, як і *Ebony*, є скоріше геном шаблону вираження кольору, а не конкретно кольором. Він затемнює і зміцнює будь-який колір, з яким він поєднується, створює чіткий контраст між кольором спини і живота і викликає виразні смуги на передніх лапах. Його відмінною рисою є: чорні діагональні смужки на передніх лапах, чорна "маска" на голові, чорне забарвлення спини та яскраво-білий живіт з «перехідною зоною» на боках (рис. А.1).

Важливою особливістю шиншил з геном чорного оксамиту є наявність так званого «летального гена», суть якого полягає в тому, що не буває гомозиготних чорно-оксамитових шиншил, тому що така зигота не розвивається. У зв'язку з цим не рекомендують схрещувати двох шиншил, які мають ген чорного оксамиту, між собою, аби не зменшувати кількість одержуваного приплоду [15].

Таким чином, забарвлення «чорний оксамит» є гетерозиготним – містить ген чорного оксамиту і стандартний ген. При схрещуванні зі стандартними шиншилами в потомстві з рівною вірогідністю виходять чорно-оксамитові і стандартні шиншили.

Доведено, що для отримання дійсно якісного "чорного оксамиту" необхідно схрещувати їх з темно-стандартними шиншилами високої якості. При схрещуванні з шиншилами інших домінуючих забарвлень одержуваний "чорний оксамит" не такий яскраво виражений.

1.2.1.3 Вільсонівський білий (Wilson White (*Ww*))

Вперше отриманий в 1955 році на ранчо місис Вільсон у Каліфорнії (США). Білий ген є домінантним. Так само, як і чорний оксамит, білий Вільсон має летальний ген, відмінний від такого гена у чорного оксамиту, і не існує в гомозиготному стані (зигота з двома білими генами не розвивається). Тому, як і в випадку з чорним оксамитом, не рекомендується схрещувати двох шиншил з білими генами, щоб не зменшувати кількості дитинчат що може бути.

Білі Вільсон можуть сильно відрізнятися за зовнішнім виглядом, утворюючи різні фенокомплекси (морфи). Очі і кромки вух чорні (рис. А.1). Іноді очі можуть мати голубуватий відтінок при денному освітленні, або червоний відтінок при штучному. Забарвлення хутра у них варіює від сніжно-білого (морфа Snow White) до темно-сріблястого (виглядає як світло-стандартний) [16].

Одна з морф вільсонівського білого – біла срібляста (Silver White) – має темно-сіру підшерстку, кінчики волосся («вуаль») від світлого до темно-сірого відтінку. Темно-сріблястих шиншил називають ще платиновими (Platin).

Ще одна досить поширена морфа – біла мозаїчна, або мозаїка (White Mosaic). Для неї характерна наявність чорних плям різної форми та локалізації. При цьому цінується їх чіткість і незвичайність розташування (в тому числі симетричність). Поєднання описаних морф отримало назву срібляста мозаїка (Silver Mosaik). Крім того, виділяється така морфа, як "блакитний туман" (Blue Mist), яку в Європі не виділяють окремо і розглядають як сріблясту.

Для фенокомплексу таких шиншил характерним є біле підшерстя і чорні кінчики волосся, причому, як правило, чорні кінчики тільки на остьових волосках [16, 17].

Найбільш рідкісною морфою білого вважається триколог (Tricolor) – варіація, коли хутро шиншили розділене на ділянки сірого, білого і чорного кольору, що мають чіткий контур і розподіляються немов би смугами.

Від чисто білої шиншили з рівною ймовірністю можна отримати як чисто-білих, так і сріблястих, і мозаїчних шиншил. У той же час, згідно з даними різних світових заводчиків, від білих мозаїчних ніколи не виходить чисто-білих шиншил. З генетичної точки зору вважається, що «маркування» хутра білих шиншил викликане явищем кросинговеру – перехреста хромосом. При цьому сегменти, які контролюють «стандартні» ділянки хутра, зв'язуються з сегментами, які зумовлюють його білий колір, і заміщають їх. Таким чином у кросоверів буде спостерігатися різний розподіл сірого і чорного пігменту на волосках. Тому розведення білих Вільсонів в парі з шиншилами, що мають стандартні гени, може бути дуже цікавим з точки зору отримання різноманітних морф [17].

1.2.1.4 Домінантний бежевий Тауера (Tower Beige (P^w))

Перша офіційно зареєстрована бежева шиншила з'явилася на світ у 1955 році на ранчо Дженсена (США). Ця самочка була єдиною в посліді і мала при народженні світло-кремовий колір хутра. З віком вона поступово змінила колір свого хутра до темно-кремового зі світло-коричневим відтінком.

Цікавим є той факт, що у її матері як до, так і після народження бежевою шиншили народжувалися тільки середньо-стандартні дитинчата. Перша бежева самка померла у віці 5 років, залишивши світу єдиного сина, який завдяки вмілому підходу Тауера у 1961-62 р.р. став родоначальником шиншил бежевого забарвлення.

Як відомо, білий і чорний оксамит існують тільки в гетерозиготному стані, на відміну від них домінантний бежевий (Тауера) не має летального гена і може бути як гетерозиготним, так і гомозиготним [18].

1.2.1.4.1 Гетеробежевий (Heterobeige ($P^w p^w$))

Характерними ознаками доміантного бежевого забарвлення є рожевий колір вух (часто з чорними пігментними крапочками різної форми і величини на них) і колір очей від рожевого до темно-червоного і коричневого з червонуватим відливом (чим темніше бежева шиншила, тим темніші її очі). Хутро бежевих шиншил на голові, спині, боках і хвості буває світлого (світло-кремового), середнього (бежевого або світло-коричневого) і темного (темно-бежевого) відтінку. Підшерстя може мати різні відтінки – від блілого сіро-блакитного до темно-сірого, тому бежева шиншила при неясковому штучному освітленні може здаватися і блакитною і бежевою одночасно (рис. А.1).

Бежеве – дуже цікаве забарвлення для отримання внутрішньовидових гібридів, зокрема, воно дає гібриди з ефектом подвійного домінування (виявляються обидва доміантних гена): з чорним оксамитом – коричневий оксамит, з вільсонівським білим – біло-рожевий.

Це забарвлення найбільш перспективне при схрещуванні з шиншилами, що мають гени ебоні, при цьому можна отримати тварин з дуже гарним хутром від димчастого до шоколадного забарвлення [18].

1.2.1.4.2 Гомобежевий (Homobeige ($P^w P^w$))

Був отриманий у 1960 р., однак не отримав поширення в хутряному виробництві через бліде хутро. Як показує назва, гомобежеві шиншили мають 2 доміантні бежеві гени. Зовні від гетеробежевих їх можна відрізнити за дуже світлим кремовим хутром з рожевим відливом, дуже світлими вухами (рожево-кремовими) і світло-рожевим очима, що мають світло-блакитне або майже біле

коло навколо зіниці. Якщо зловити правильний кут відбивання, очі відблискують наче опал. Підшерстя біле або майже біле (рис. А.1).

Іноді світлі гетеробежеві шиншили в молодому віці виглядають як гомобежеві, але, на відміну від останніх, темніють з віком. Як і гетеробежеві шиншили, гомобежеві мають білий живіт.

Всі гібриди, що мають бежевий ген, можуть також мати його в гомозиготному стані. При цьому гомобежевий проявляється в кольорі очей і вух та значно освітлює (за винятком біло-рожевих) основний колір шиншили.

Гомобежевих шиншил можна отримати в результаті схрещування двох гомобежевих шиншил, гомобежевої і гетеробежевої шиншили або двох гетеробежевих тварин.

Шиншили цього забарвлення представляють цінність для заводчиків, які прагнуть уникнути отримання стандартних тварин у потомстві, тому, що всі цуценята, отримані від гомобежевих шиншил, будуть мати бежевий ген який, як відомо, є доміантним. Наприклад, при схрещуванні гомобежевої шиншили зі стандартною в потомстві виходять тільки гетеробежеві цуценята, з чорною-оксамитовою – гетеробежеві і коричнево-оксамитові, а при схрещуванні з гетеробежевою – як гетеробежеві, так і гомобежеві [17, 18].

1.2.1.5 Ебоні (Ebony (*E*))

Ебоні-шиншили вперше були отримані на ранчо Отто Мунна в 1964 році в штаті Техас. Тоді вважали, що це доміантне забарвлення. Проте зараз існує кілька теорій успадкування гена ебоні, за одними з них ген є рецесивним, а за іншими – напівдоміантним. Він домінує над стандартним.

У цих тварин тулуб, спина, боки і живіт дуже темні, майже чорні, як у випадку вугільного виду забарвлення (Charcoal). Вони можуть бути гомозиготними – і тоді вони чорні, кольору воронячого крила, з дуже м'яким хутром, або

гетерозиготні, також дуже темні, особливо на спині, але боки і живіт – трохи світліше, майже сірі [19].

1.2.1.5.1 Гомоебоні (Homoebony (*EE*))

Гомоебоні є нині одним з найбільш загадкових і декоративних забарвлень. Його генотип містить тільки домінантні гени ебоні, які обумовлюють повністю чорне (від коричнево-чорного до чорнильно-чорного) забарвлення всього тіла (ген агуті представлений алелем нон-агуті, характерним для всіх монохромних кольорів) (рис А.2). Шиншили гомоебоні, як і фіолет і сапфір, при розведенні досить вибагливі, як правило, пізніше дозрівають, ніж домінантні забарвлення, тваринки більш дрібних розмірів. Як і у випадку з фіолетом і сапфіром, досвідчені заводчики розводять гомоебоні в парі з гетероебоні, щоб отримувати цуценят з прекрасним блискучим хутром і виразними очима [20].

За допомогою гомоебоні в кілька етапів можна отримати такі прекрасні гібриди, як фіолетовий гомоебоні, гомобежевий гомоебоні, шоколадно-коричневий, біло-рожевий гомоебоні та інших.

1.2.1.5.2 Гетероебоні (Heteroebony (*Ee*))

На даний час існує декілька теорій, що описують успадкування гена ебоні, і в той же час ніхто точно не знає, як він насправді успадковується. Найбільш визнаною теорією є кумулятивний ефект при спадкуванні ебоні-генів, тобто чим більше «накопичилося» в генотипі генів ебоні, тим темніше забарвлена шиншила. Крім того, ебоні ген визначає забарвлення живота (рис. А.1).

Гетероебоні шиншили мають у своєму генотипі певну кількість домінантних генів ебоні. При цьому відзначається тенденція до потемніння гетероебоні з віком (починаючи з 5 місяців і до року) [17].

Завдяки напівдомінантній природі гену ебоні, гетероебоні краще розмножуються і раніше дозрівають, ніж гомоебоні, що робить їх дуже привабливими для заводчиків, що розводять рідкісні гібриди (наприклад, при схрещуванні з бежевим може вийти пастель – бежевий гетероебоні).

В залежності від накопиченої "кількості" ебоні-генів, гетероебоні шиншили можуть бути світлими, середніми, темними і дуже темними. При цьому іноді важко провести межу між дуже темними гетероебоні і гомоебоні. Світлий гетероебоні відрізняється від інших гетероебоні світлими (білими) волосками в хвості, у середніх і темних гетероебоні хвости повністю чорні.

Отримати гетероебоні можна при схрещуванні гомоебоні і стандартних шиншил, гомоебоні і гетероебоні, гетероебоні між собою, а також гетероебоні і стандартну шиншилу. Крім того, часто гетероебоні виходять при роботі зі складними гібридами з ебоні-генами. Найбільш вдала пара для гетероебоні: гомоебоні; оксамитовий ебоні; пастель (бежевий гетероебоні); коричневий оксамит; оксамитова пастель [19].

1.2.2 Рецесивні мутації забарвлення

1.2.2.1 Не агуті (Non-aguti (*aa*))

Гомозиготні за цим геном (*aa*) шиншили незалежно від забарвлення, мають рівномірний розподіл пігменту по довжині волосся, без зональності. Даний тип мутації є характерним для всіх монохромних забарвлень [20].

1.2.2.2 Деревне вугілля (Charcoal, *bb*)

Це рецесивне забарвлення. Гомозиготні особини виглядають як середні і темні гетерозиготи, але з коричневим відливом, живіт забарвлений в темно-сірий колір (рис. А.2).

Через це в свій час забарвлення деревне вугілля не отримало визнання як об'єкт хутрового звіринництва і збереглося тільки завдяки заводчикам, що розводили його для домашнього утримання [21].

Вугільні шиншили мають сірі вуха і чорні очі.

Проблема в тому, що у вугільних шиншил, як правило, невелика вага – в середньому 450 г, відповідно, невеликі розміри і часто недостатньо густе хутро.

Для вдосконалення розміру і ваги шиншили вугільного забарвлення можна порекомендувати схрестити її з великою темно-стандартною шиншилою з чисто-білим животом. Всі дитинчата будуть носіями цього гена, після чого схрестити між собою найбільш здорових отриманих носіїв від різних пар. Тоді в одному з варіантів можна отримати більш великих і з більш густим хутром, ніж у вихідних, вугільних шиншил [20].

Від вугільних шиншил можна отримати ті ж комбінації, що і від ебоні (наприклад, Charbrown – коричнево-оксамитове деревне вугілля, Charwhite – біле деревне вугілля). При цьому найбільш вдалим гібридом вважається Charblack – комбінація з чорним оксамитом (ToV Charcoal).

Оксамит надає деревному вугіллю додаткову чорноту (зазвичай прибирає коричневий відтінок) і блиск, у таких шиншил, як правило, чорний колір хутра зі світлими волосками на боках.

Ще одна вдала комбінація – деревне вугілля з ебоні. В результаті можна отримати абсолютно чорних шиншил, які виглядають як гомозиготи [18].

1.2.2.3 Фіолет (Sullivan Violet (vv))

При схрещуванні фіолетів зі стандартними шиншилами виходять тільки стандартні шиншили, які є носіями генів фіолету, які зовні ніяк не проявляються. Помічено, що, як правило, це світло-стандартні тварини. При природному освітленні хутро фіолетів має прекрасний бузковий відтінок, іскристий, при штучному вони виглядають швидше як сіро-сталеві від світлого до темного відтінку (рис. А.2). Забарвлення живота – сніжно-біле [22].

В залежності від відтінку хутра виділяють світлих, середніх і темних фіолетів. В даний час в Європі поширені два варіанти фіолетового забарвлення: афро-фіолет (класичний, про який говорилося вище) і німецький (дойч-фіолет). Останній має більш темне, але менш густе хутро. Досвідчені володарі шиншиллових ферм воліють розводити в парі з фіолетом стандартного носія фіолета (хоча б через покоління), так як при постійному схрещуванні тільки фіолетових шиншил між собою погіршується якість їх хутра, зменшуються розміри.

При схрещуванні фіолетів з білими, бежевими, оксамитовими, біло-рожевими та іншими носіями цього гена можна отримати дуже рідкісні та красиві гібриди – білий фіолетовий, бежевий фіолет, оксамитовий фіолет і т. д. Для білого і бежевого фіолета характерним є розподіл фіолетових волосків між білими і бежевими, що надає основному кольору бузкового відтінку (за аналогією – морфа біла срібляста) [22].

1.2.2.4 Біла альбіотична (Albino (cc))

Хутро цих тварин не має пігменту, як і шкіра, кігті і очі. Очі і кігті рожеві, типові для альбіносів (рис. А.2). Для хутра характерна відсутність будь-яких переливів, плям та візерунків [23].

1.2.2.5 Імглисте або туманне забарвлення (Misty (*mm*))

Хутро тварин сірого кольору. При цьому один тон сірого плавно переходить в інший. Тому зовні створюється ефект переливу. За рахунок цих переливів на тілі шиншили вирізняються нечіткі малюнки (рис. А.2). Це забарвлення вважається не естетичним та не користується попитом.

Туманну породу по-іншому називають імглистою. Очі у тварини частіше сірого кольору [23].

1.2.2.6 Бежевий рецесивний

Бежеві рецесивні мутації шиншил містять в своєму генотипі бежевий ген тільки в гомозиготному стані.

Виділяють такі різновиди рецесивних бежевих шиншил:

- Бежеві Веллман (генотип: $p'p'$) (іноді називаються Champagne Beige) мають світло-бежевий колір шерстки з темним коричневим підшерстям. Хутро довге і щільне. Очі темно-коричневі або чорні, вуха дуже світлі. Це забарвлення було отримано в 1954 році Отто Веллманом [24].

- Польські або Ржевські бежеві (генотип: pp) схожі на бежевих Веллмана тільки з більш світлими коричневими очима. Забарвлення було виведене в Польщі в 1958 році містером Ржевським [25].

- Бежеві Саллівана і Рейнолдса (генотип: $p^s p^s$) дві схожі мутації, отримані приблизно в один і той же час в 1960-х роках (рис. А.3). Для них характерний гарний бежевий колір, коротке і не дуже густе хутро, червоні очі [24].

1.2.2.7 Сапфір (Larsen Sapphire (ss))

Колір хутра – сірий різних відтінків з вираженим блакитним блиском, живіт білий, очі чорні (рис. А.3).

Ген сапфіра пов'язаний з геном, наявними у інших видів (людини, алеутської норки, миші, кішки і лисиці), що негативно впливає на здоров'я і викликає синдром Чедіак-Хігаші (Chediak-Higashi Syndrome) – спадковий дефект метаболізму. Це пояснює високий рівень смертності і захворюваності, що спостерігається у сапфірів (у тому числі часті генетичні дефекти). Помічено, що сапфіри більше за інші забарвлення схильні до стресу, наприклад, від різких звуків у них можуть початися судоми, а від переляку наступити смерть. У зв'язку з цим лінії, в яких виявляються зазначені дефекти, що не підлягають подальшому розведенню [26].

Так само, як і фіолет, це рецесивне забарвлення, тобто при схрещуванні, наприклад, зі стандартною шиншилою, всі цуценята виходять стандартними носіями сапфіра і сапфір зовні ніяк не проявляється. При розведенні можна отримати сапфірів, схрещуючи двох сапфірів або одного сапфіра і носія сапфіра (останній варіант більш кращий, так як сприяє отриманню здоровіших тварин з хутром кращої якості). Як відомо, багато забарвлення з віком змінюють колір хутра (як правило, темніють), а сапфір протягом життя зберігає той же колір, який у нього був при народженні.

Блакитний і в загальному світлий колір, в порівнянні зі стандартом, є не результатом зменшення кількості пігменту в хутрі, а його нерівномірного розташування (сплутування в горбки). Цю мутацію називають також «блакитним світланком» або «блакитний пилком».

Так само, як і в випадку з фіолетами, при розведенні сапфірів можна отримувати аналогічні гібриди – оксамитовий сапфір (з чорним оксамитом), білий сапфір (виглядає як білий з блакитним відтінком), королівський сапфір

або ірис (гібрид сапфіровий гомоебоні) і рідкісні оксамитовий сапфір гомоебоні і білий сапфір гомоебоні [27].

1.2.3 Гібридні забарвлення

При схрещуванні між собою особин з даними забарвленнями виникають більш ніж 100 різноманітних комбінацій гібридних забарвлень, деякі з них виводяться в кілька етапів, так як мають складну генетичну структуру.

1.2.3.1 Білий оксамит (TOV White (*WwBlbl*))

Також відомий як чорно-білий (Black-White cross). Білий оксамит є результатом схрещування між собою шиншил, що мають в своєму генотипі білий (*W*) і оксамитовий ген (*Bl*) [15].

Можна виділити два варіанти чорно-білих шиншил, з переважанням білого і з переважанням чорного кольору. Якщо основний колір шиншили білий, то можна побачити темну маску на голові і темні діагональні смужки на передніх і задніх лапках. Колір маски може бути від насиченого до ледь помітного. Якщо основний колір шубки чорний і є лише обмежені ділянки білого кольору, то ні смужок, ні темної маски не буде видно, тому деколи дуже складно відрізнити просту білу мозаїку (Вільсон) від білого оксамиту (рис. А.3).

Шиншил з забарвленням білого оксамиту не рекомендується схрещувати з шиншилами, що носять білий і / або оксамитовий ген, так як обидва цих гена летальні. Найкращу пару для білого оксамиту складе бежева шиншила – при такому поєднанні можна отримати найбільшу кількість кольорових варіантів –

вісім, в тому числі і таку рідкісну кольорову мутацію, як біло-рожевий оксамит [16].

1.2.3.2 Коричневий оксамит (Brown Velvet ($P^w p^w B l b l$))

Коричневий оксамит є гібридом забарвлень чорний оксамит і бежевий (рис. А.3). Тут присутній ефект подвійного домінування. Так, бежевий проявляється в забарвленні очей (рожеві, рубінові, іноді коричневі з червонуватим відливом) і вух (рожеві), а на присутність гена чорного оксамиту вказують діагональні смужки на передніх лапах (щоправда, у коричневого оксамиту вони не чорні, а коричневі) і темно-коричнева маска на голові [15].

Спина коричнева від світлого до темного відтінку, живіт - білий. Іноді живіт бежевий або світло-коричневий, що вказує на більш низьку якість таких шиншил. Іноді коричневий оксамит має світло-коричневий колір хутра, що обумовлено слабким проявом оксамитового гена (той же описано вище і для чорного оксамиту), таких шиншил називають пастельними оксамит – Pastel Velvet.

У дитинстві маска практично непомітна, шиншила дуже схожа на гетеро-бежеву, тільки з віком проявляється яскравість і насиченість забарвлення. Основне затемнення відбувається з 3 до 8 місяців, після цього віку інтенсивність затемнення зменшується і поступово припиняється.

У зв'язку з присутністю гена оксамиту, небажано схрещування з шиншилами, також мають цей ген, щоб не зменшувати кількість дитинчат в потомстві. При схрещуванні зі стандартними шиншилами, можна отримати шиншил не тільки батьківських забарвлень, але і чорно-оксамитових і бежевих.

Кращою парою для коричневого оксамиту є біло-рожевий - в такому союзі можна отримати 12 різних варіантів забарвлень [16].

1.2.3.3 Бежевий домінантний (гомозиготний) оксамит (гомобежевий оксамит) (*Gomobeige velvet (P^wP^wBlbl)*)

Гомобежевий оксамит – дуже рідкісна кольорова мутація. Шиншил такого забарвлення дуже мало. Гомобежевий оксамит містить в собі два бежевих гена і ген оксамиту. Отримати гомобежевий оксамит можна шляхом схрещування коричневого оксамиту і гетеробежевої або гомобежевої шиншили (з останнім забарвленням шансів більше) (рис. А.3).

Від коричневого оксамиту відрізняється ніжно кремовим кольором хутра з затемненій маскою на морді (ознака оксамиту), світлими очима і світло-рожевими вухами, без ознак «веснянок», живіт білий [17].

Найкращі кольорові забарвлення можна отримати від схрещування з біло-рожевими шиншилами.

1.2.3.4 Біло-рожевий (*Pink White (WwP^wp^w)*)

Біло-рожевий являє собою гібрид бежевої та білої шиншили і має в своєму генотипі бежеві та білі домінантні гени. Ефект подвійного домінування дає можливість прояву одночасно як бежевих (рожеві, часто з чорними крапочками, вуха, і очі від рожевого до темно-рубінового відтінку), так і білих (забарвлення хутра біле) генів.

Крім того, у біло-рожевих шиншил можливі мозаїчні морфи, для яких характерні коричневі плями різної форми і локалізації, при цьому найбільш цінуються їх незвичайність (наприклад, у формі «жилетки» або краплі на лобі). Морфа *apricot* має хутро абрикосового відтінку, та як правило, з віком воно світлішає і стає майже білим (рис. А.3).

Ще одна морфа біло-рожевого виглядає як бежева шиншила з чисто-білим хвостом. При схрещуванні біло-рожевих і бежевих шиншил можна отримати біло-рожевих шиншил, гомозиготних за геном бежевого забарвлення. Вони відрізняються більш світлими очима і вухами кремового кольору. Через присутність білого гена (*W*) біло-рожеві шиншили мають летальний фактор [16].

При розведенні зазвичай схрещують з шиншилами стандартного забарвлення або забарвлення чорний оксамит. В останньому випадку можна отримати 8 комбінацій, в тому числі коричневий оксамит, білий оксамит і оксамитовий біло-рожевий.

Найбільш рідкісним і важким для отримання гібридом з використанням біло-рожевого є гібрид біло-рожевий / гомоебоні, який можливо отримати в кілька етапів.

1.2.3.5 Біло-рожевий оксамит (ToV Pink White ($WwP^w p^w Blbl$))

Дуже рідкісне забарвлення, тому що містить в собі 4 гена – стандартний (ген агуті), білий, бежевий і оксамитовий. Щоб отримати тварину з цим забарвленням необхідно аби батько й мати в сукупності несли в собі ці 4 гени і при збігу всіх вище зазначених генів має вийти забарвлення біло-рожевий оксамит (рис. А.4).

Оксамитове біло-рожеве забарвлення має такі характерні ознаки: колір хутра білий (ген *W*), коричневі діагональні смуги на передніх лапах і коричнева маска на голові (ген *Bl*), а також рожеві вуха і рубінові очі (ген P^w). Маска на голові проявляється з віком [19].

Найбільш вигідною за забарвленням парою для біло-рожевого оксамиту буде бежева шиншила.

1.2.3.6 Біло-рожевий ебоні (Pink White ebony ($P^w p^w WwEe$))

Це досить рідкісний гібрид. Фенотипово схожий на білих ебоні і біло-рожевих шиншил (рис. А.4).

У генотип цього складного гібрида входять такі гени: бежевий, білий, стандартний (агуті) і ебони. Візуально їх можна визначити в такий спосіб: рожеві очі і вуха (ген P^w), білий або білий з рожевим (абрикосовим) відтінком хутро (ген W) і плями різної форми і локалізації від темно-сірого до темно-коричневого і чорного кольорів (ген E).

Не знаючи батьків біло-рожевого ебоні часто дуже складно визначити наявність ебоні гена, так як шиншила виглядає як проста біло-рожева. І часом визначити наявність ебоні гена можна тільки при схрещуванні з не ебоні шиншил і далі дивитися по потомству [19].

Це дуже цікава кольорова мутація, можна отримувати як чисто білих шиншил, так і шиншил з різною локалізацією і насиченістю плям.

1.2.3.7 Білий ебоні (White/Ebony cross ($WwEe$))

Іноді шиншили цього забарвлення дуже схожі на білих мозаїчних, і тільки наявність у батьків гена ебоні і більш насичене та яскраве забарвлення плям вказує на те, що це білі ебоні шиншили (рис. А.4).

Можна виділити два основні варіанти забарвлення білих ебоні шиншил: з переважанням чорного або білого кольору в забарвленні. Можливо, як уже було сказано вище, основний колір шиншили білий з яскравими чорними мітками різної локалізації. Або навпаки, основний колір шубки - чорний з білими плямами [16].

1.2.3.8 Фіолетовий сапфір або блакитний діамант (Blue Diamond (*vvss*))

Це можливо найбільш красива і найбільш рідкісна мутація з усіх. Це подвійна рецесивна мутація.

Блакитний діамант виходить від схрещування фіолетових і сапфірових шиншил в кілька етапів, тобто це забарвлення містить в собі 2 фіолетових і 2 сапфірових гена одночасно. Це означає, що при схрещуванні блакитного діаманта з простим стандартом всі малюки буду стандартними носіями фіолету і сапфіра одночасно [20].

Шиншили забарвлення блакитний діамант ніжно-блакитного кольору з чіткими контрастами, колір схожий на металевий (рис. А.4). Деякі вважають, що існує окремий ген блакитного діаманта, але це велика помилка. Блакитний діамант це сапфір і фіолет в одному. При носійстві шиншили одночасно фіолетового і сапфірового гена можна визначати особину як «носія блакитного діаманта», це рівносильно «носію сапфіра та фіолету» одночасно. Зараз вже в світі стали з'являтися «кольорові діаманти» - бежеві, білі, ебоні.

1.2.3.9 Блакитний діамант оксамитовий (Blue Diamond Velvet (*Bblvvss*))

Один з забарвлень «кольорового діаманта». Це подвійна рецесивна мутація, яка містить в своїй генетичній формулі домінантний оксамитовий. «Кольорові діаманти» ще дуже і дуже рідкісні, але час не стоїть на місці і з'являються все більш рідкісні забарвлення, такі як оксамитовий діамант (рис. А.4).

Блакитний оксамитовий діамант виходить від схрещування фіолетових і сапфірових шиншил, до яких додають ще й оксамит, в кілька етапів, тобто це забарвлення містить в собі 2 фіолетових (*vv*), 2 сапфірових (*ss*) гена і 1 оксами-

товий ген (*Bl*) одночасно. Це означає, що при схрещуванні шиншили забарвлення блакитний діамант оксамитовий з простим стандартом всі малюки будуть стандартними носіями фіолету і сапфіру одночасно, а так само може народитися чорний оксамит – носій фіолету і сапфіру [20].

Оксамит вигідно підкреслює і підсилює красу хутра діамантової шиншили, роблячи колір більш насиченим, глибоким і яскравим. Як і всім оксамитам, діамантовому оксамиту властива маска на спині і голові, а також «оксамитові» смужки на лапках.

1.2.3.10 Пастель або бежевий гетеробоні (*Beige heterobony (P^wp^wEe)*)

Виходячи з назви, гетеробежевого гетеробоні можна отримати шляхом схрещування бежевих і ебоні шиншил. На присутність ебоні гена у пастелей вказує пофарбований живіт, як правило, він такого ж кольору, як і спина, але боки трохи світліше (рис. А.5).

Так само, як і у гетеробоні, у пастелей виділяють світлих, середніх, темних, дуже темних пастелей, а також бежевих носіїв ебоні. Дуже темні пастелі за забарвленням хутра наближаються до шоколадно-коричневих, проте мають окремі світліші волоски.

З віком колір хутра у пастельних шиншил стає більш темним [28].

1.2.3.11 Оксамитова пастель або оксамитовий гетеробежевий гетеробоні (*TOV Beige heterobony (BlblP^wp^wEe)*)

Колір таких тварин від світло-бежевого до темно-коричневого, рівномірний по всьому тілу, за винятком іноді світлішого животика [28]. Плюс характе-

рні для оксамиту особливості - темна маска на голові і діагональні смужки на передніх лапках (рис. А.5).

1.2.3.12 Гетеробежевий Гомоебоні, або Пастель Гомозиготна (Beige-Homoebonu cross ($P^w p^w EE$))

Шоколадно-коричневий являє собою дуже популярний гібрид бежевий гомоебоні. За кольором хутра він може бути від світлого (ебоні пастель) з димчатим відтінком до темно-шоколадного (рис. А.5).

Останній зустрічається досить рідко. На те, що це гомоебоні, вказує рівномірне забарвлення хутра по всьому тілу. Бежевий ген проявляється в кольорі вух і очей. Щоб отримати більш темних шоколадних шиншил, цей гібрид схрещують з гомоебоні протягом декількох поколінь [23].

Також отримати більш темних шоколадно-коричневих шиншил можна при додаванні гена чорного оксамиту. При цьому діагональні смуги на передніх лапах можуть не проявитися, крім того, ген чорного оксамиту може освітлити боки і живіт шиншили. У той же час цей ген проявляється, як правило, у вигляді характерної темної «маски» на голові.

Ще одним дуже привабливим і складним для отримання гібридом є гомобежевий гомоебоні.

На відміну від описаного вище шоколадно-коричневого, який має один бежевий ген, в гомобежевого гомоебоні їх два. Візуально їх легко розрізнити: бежевий ген в гомозиготному стані значно освітлює колір хутра, очі і вуха. У той же час все тіло забарвлене рівномірно, що відрізняє цей гібрид від гомобежевий пастелі [28].

1.2.3.13 Гомобежева пастель (Homobeige heteroebony ($P^w P^w Ee$))

Складний, досить рідкісний і дуже декоративний гібрид. Поєднує в собі зовнішні ознаки гомобежевої шиншили (кремово-карамельний колір хутра, світло-рожеві вуха) і гетероебоні (пофарбований живіт). При цьому живіт може бути як темніше спини, так і такого ж відтінку (рис. А.5).

В генотипі гомобежевого гетероебоні є: бежевий (в гомозиготному стані), ебоні і стандартний гени. Щоб отримати гомобежеву пастель, необхідно виконати такі умови: обоє батьків повинні мати бежеві гени і один з батьків – ген ебоні.

Тобто, гомобежевая пастель виходить при схрещуванні бежевої шиншили (гомо- або гетеро) і пастелі або шоколадно-коричневої шиншили; двох пастелей між собою; гомобежевой пастелі та бежевою або пастелі [23].

Від гомобежевої гомоебоні даний гібрид відрізняється більш світлими ділянками хутра на боках, в той час як гомобежеве гомоебоні забарвлення повністю рівномірне і має більш темний відтінок. Для отримання гомобежевого гомоебоні з гомобежевой пастелі найбільш доступний шлях – схрещування описаного гібрида з шоколадно-коричневим (бежевим гомоебоні).

Ймовірність отримання гомобежевого гомоебоні при схрещуванні з пастеллю або іншим гомобежевим гетероебоні набагато менше. При підборі пари до гомобежевого гетероебоні немає обмежень (у нього немає летальних генів).

Найбільш вдалі варіанти виходять при схрещуванні з такими забарвленнями і гібридами: чорний оксамит, коричневий оксамит, оксамитовий біло-рожевий, оксамитовий ебоні, білий ебоні, пастель, оксамитова пастель, біло-рожевий ебоні, шоколадно-коричневий, оксамитовий шоколад [28].

1.2.3.14 Пастель гомобежева оксамитова (Blond Pastel Velvet ($P^w P^w EeBlbl$))

Гомобежева оксамитова пастель – таке ж гарне забарвлення як гомобежевий оксамит і не менш рідкісне. Гомобежевий оксамит містить в собі два бежевих гена (P^w), ебоні (E) ген і оксамитовий ген (Bl).

Отримати гомобежеву оксамитову пастель можна шляхом схрещування оксамитової пастелі та гетеробежевої, гомобежевої пастелі або гомобежевої пастелі (з останньою шансів більше) [23].

Так само як і гомобежевий оксамит має ніжно кремовий (чим більше ебоні генів, тим більш насичений колір) колір хутра з затемненою маскою на морді (ознака оксамиту), світлими очима і світло-рожевими вухами, без ознак «веснянок», живіт забарвлений, чим темніше, тим більше ебоні гена в шиншил (рис. А.5). Найкраще схрещувати з біло-рожевими ебоні [28].

1.2.3.15 Білий сапфір (White Sapphire ($Wwss$))

Білий сапфір є поєднанням білого і сапфірового. Це забарвлення зовні схоже з білим Вільсона з тією різницею, що у білого сапфіру плями та відтінки не сірі, як у Вільсона, а сапфірові (блакитні), що надає цьому окрасу м'якість і ніжність кольору, але роздивитися таку шиншилу можливо тільки при певному освітленні, при тьмяному світлі вся краса відтінків не передається. Плями можуть бути різними за формою і розміром (рис. А.5). Шиншили такого забарвлення несуть в собі одночасно білий і сапфіровий ген в гомозиготному стані.

При схрещуванні такої шиншили з сапфіровою народяться малюки сапфірового і білого сапфірового забарвлення. Білого сапфіра не рекомендується схрещувати з шиншилами, що мають білий ген, так як він є летальним і це мо-

же зменшити кількість малюків у потомстві. При схрещуванні зі стандартом все потомство буде 100% носієм сапфіра [27].

1.2.3.16 Оксамитовий Сапфір (Sapphire TOV (*Biblss*))

Простий сапфір – це рідкісна мутація, а оксамитовий сапфір – ще більш рідкісна (рис. А.5). Це забарвлення має характерні для оксамиту смужки на передніх лапах і затемнену маску – все це сапфірового кольору [27].

Щоб отримати сапфіровий оксамит обоє батьків повинні містити в собі сапфіровий ген і один з батьків повинен бути ще і оксамитом. При такому розкладі і при вдалому поєднанні генів може народитися це рідкісне забарвлення.

1.2.3.17 Сапфіровий ебоні (Sapphire Ebony (*Eess*))

Це рецесивна мутація, яка несе в собі сапфірові гени в гомозиготному стані і ебоні гени. Сапфіровий рецесив надає забарвленню хутра блакитний відтінок, а ебоні гени забарвлюють живіт і затемнюють основний сапфіровий колір (рис. А.6). Залежно від кількості ебоні гена колір хутра виглядає від світло-блакитного до дуже темного, майже чорного кольору з синім відливом [20]. Як і всіх ебоні, шиншил забарвлення сапфіровий ебоні можна розділяти на світлий, середній і темний сапфіровий гетероебоні, а так само сапфірового гомоебоні. Чудовою парою для шиншили такого забарвлення буде шиншила з сапфіровим і ебоні геном.

1.2.3.18 Оксамитовий фіолет (TOV Violet (*Bblvv*))

Зовнішні ознаки: насичений фіолетовий колір, характерні всім оксамитам ознаки – діагональні оксамитові смужки на передніх і задніх лапках, маска на голові і спині, пофарбоване підборіддя, світлі "щіточки" за вушками і відсутність зонального забарвлення на спині – чим нижче по боках починається зональність волоса, тим краще (рис. А.6). Живіт чисто білий, лінія живота чітка [24].

Оксамитовий фіолет можна отримати від пари фіолет + чорний оксамит носій фіолету. Ідеальною парою для оксамитового фіолету буде біло-рожевий носій фіолету, так само добре підійде будь-який носій фіолету без оксамиту.

1.2.3.19 Бежевий фіолетовий оксамит (Beige TOV Violet (*BblP^wp^wvv*))

Також відомий як ультрафіолетовий (Beige Ultra Violet). І називається так тому, що оксамитовий ген в цьому забарвленні робить більш темним і насиченим основний фіолетово-бежевий колір (рис. А.6). Це дуже рідкісний гібрид, шиншилу такого забарвлення знайти важко.

Колір хутра темно-фіолетово-бежевий, чимось схожий на гомобежевий оксамит з фіолетовою димкою, животик білий, на передніх лапках можна побачити характерні для оксамиту діагональні темні коричневі смужки. Фото не передає всі відтінки цього забарвлення, коли дивишся на шиншилу бежевого оксамитового фіолетового кольору, то відразу не зрозуміло фіолетовий це або бежевий. При схрещуванні такої шиншили з фіолетовою можуть народитися фіолетові, оксамитові фіолетові, бежеві фіолетові і бежеві оксамитові фіолетові [12].

1.2.3.20 Фіолетово-білий (White Violet ($Wwvv$))

Білий фіолет представляє собою поєднання білого і фіолетового. Це забарвлення зовні схоже з білим Вільсона з тією різницею, що у білого фіолета плями і димка не сірі, як у Вільсона, а фіолетові, що надає цьому забарвленню м'якість і ніжність кольору (рис. А.6). Плями можуть бути різними за формою і розміром. При схрещуванні такої шиншили з фіолетовою можуть народитися фіолетові і білі фіолетові [12]. При схрещуванні з бежевим фіолетом можна отримати дуже рідкісне забарвлення - біло-рожевий фіолет. При схрещуванні зі стандартом все потомство буде 100% носієм фіолетового.

1.2.3.21 Фіолетовий білий оксамит ($BblWwvv$)

Білий оксамитовий фіолет являє собою поєднання білого, оксамитового і гомозиготного фіолетового. Присутні характерні ознаки оксамиту – смужки і маска, яка може бути як менш помітною, так і більш яскравою. Дуже рідкісна мутація. Ідеальною парою для такої шиншил буде бежевий фіолет. При схрещуванні зі стандартом або будь-яким іншим забарвленням все потомство буде 100% носієм фіолету [12].

1.2.3.22 Гомобежевий фіолетовий (Blond violet (P^wP^wvv))

Колір хутра світло-світло-фіолетово-бежевий, дуже схожий на дуже світлого гомобежевого з фіолетовою димкою, животик білий (рис. А.6). Шиншили такого забарвлення несуть в собі одночасно бежевий ген в гомозиготному стані

і фіолетовий ген в гомозиготному стані [24]. При схрещуванні такої шиншили з фіолетовою можуть народитися тільки бежеві фіолетові.

1.2.3.23 Фіолетовий гетероебоні (Violet heteroebony (*Eevv*))

У шиншил цього забарвлення колір шубки від бузкового до темно-фіолетового в залежності від кількості ебоні-генів, чим більше, тим темніше і рівномірніше стає колір, з холодним фіолетово-металевим відливом (рис. А.7). Живіт також забарвлений за рахунок присутності ебоні-гена і він же надає хутру блиск, характерний для всіх забарвлень, що мають в своєму складі ебоні. Чим темніше забарвлений животик, тим більше генів ебоні в шиншили. Фіолетові ебоні, так само як і інші забарвлення з ебоні геном, з віком темніють [14]. В пару краще підбирати шиншил з ебоні і фіолетовим геном одночасно.

1.2.3.24 Оксамитовий гетероебоні (TOV Ebony (*BlblEe*))

Це дуже гарні шиншили, оксамитовий ген робить голову більш круглою і темною, так само затемнює спину і висвітлює боки і лопатки, а ебоні ген забарвлює живіт. Поєднання ебоні-гена і гена чорного оксамиту дає приголомшливий результат. Блиск від ебоні і оксамиту, насичений вугільний колір шерсті також від обох генів (рис. А.7). Темних діагональних смужок на тлі основного чорного кольору шерсті практично не видно [15]. Так само як і будь-яка шиншила з ебоні геном, можуть бути носії ебоні, світлі, середні, темні і екстра темні. Чудовою парою до оксамитового гетероебоні будуть: біло-рожевий ебоні, пастель, білий ебоні, гетероебоні, гомоебоні.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

2.1 Матеріали дослідження

Предметом дослідження стала приватна колекція шиншил в кількості 15 тварин, середній вік яких становить 3,2 роки. Статева структура колекції: 8 тварин чоловічої статі та 7 тварин жіночої статі.

Аналіз генотипів тварин проводився з використанням визначника алелів забарвлення шиншили, що був складений згідно з описами фенотипових проявів відомих генів забарвлення шиншил (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Визначник алелів забарвлення шиншили

№	Фенотип	Генотип
1	Хутро тварини при роздуві має чітко виражену зональність	<i>A</i>
	Хутро тварини при роздуві не має чітко вираженої зональності	<i>a</i>
2	Шиншила не чорного кольору	<i>B</i>
	Шиншила однорідного чорного кольору	<i>b</i>
3	Шиншила не біла; якщо біла, то кігті, шкіра та очі не рожеві	<i>C</i>
	Шиншила абсолютно біла, шкіра, кігті та очі рожеві, характерні для альбіносів	<i>c</i>
4	Живіт тварини забарвлений від світлого до темного кольору основного забарвлення	<i>E</i>
	Живіт шиншили білий	<i>e</i>
5	Шиншила не сіра; якщо сіра – чітка зональність хутра збережена, малюнок на хутрі чіткий	<i>M</i>
	Шиншила сіра, з розмитим малюнком на хутрі	<i>m</i>

6	Хутро від світлого до темно-бежевого відтінку або коричневе, рожевий колір вух (часто з чорними пігментними крапочками різної форми і величини на них)	<i>P^w</i>
	Бежевий відтінок у хутра відсутній	<i>p^w</i>
7	Колір хутра не має вираженого блакитного блиску	<i>S</i>
	Колір хутра – сірий різних відтінків з вираженим блакитним блиском, живіт білий, очі чорні	<i>s</i>
8	Присутні чорні діагональні смужки на передніх лапах, чорна "маска" на голові, чорне забарвлення спини та яскраво-білий живіт з «перехідною зоною» на боках	<i>Bl</i>
	Відсутні чорні діагональні смужки на передніх лапах, чорна "маска" на голові, чорне забарвлення спини та яскраво-білий живіт з «перехідною зоною» на боках	<i>bl</i>
9	Шиншила з хутром від білосніжно-білого до світло сірого (сріблястого) або рожевого, можливо з темними вухами, кінчики шерсті можуть бути затемнені утворюючи немов вуаль на спині	<i>W</i>
	Шиншила не біла	<i>w</i>
10	Хутро не має фіолетового відтінку	<i>V</i>
	При природному освітленні хутро має прекрасний бузковий відтінок, іскристий, при штучному воно виглядає швидше як сіро-сталеве від світлого до темного відтінку	<i>v</i>

Цей визначник можна використовувати для первинного опису генетичної складової штучних популяцій шиншил.

2.2 Застосування методів генетичного аналізу для прогнозування ймовірності появи цінних забарвлень у колекції шиншил

2.2.1 Гібридологічний метод

Гібридологічний метод являє собою гібридизацію (тобто схрещування) двох генетично різних організмів. В результаті можна отримати гібрид, який буде поєднувати якості батьківських особин та перевершувати їх.

В нашому випадку гібридологічний метод є інструментом оцінки цінності колекції та її генетичного потенціалу. Проводячи письмовий гібридологічний аналіз можна виявити перспективні схеми схрещувань, які допоможуть спрямувати селекційну роботу на шлях отримання нових красивих фенотипових проявів генів, які є в колекції, але не представлені у цих тварин.

Також, гібридологічний метод може стати інструментом уточнення генетичного портрету шиншил за правильно підібраними схемами схрещування. Даний метод може допомогти виявити гомозиготність чи носійство певних алелів забарвлення [29].

2.2.2 Генетичне прогнозування

Метод дає можливість розрахувати та спрогнозувати результати експерименту та сприяє правильному моделюванню експерименту [30]. На сьогоднішній день багато різних програм для полегшення ведення розрахунків та обробки результатів експериментів.

Метод прогнозування використовується для моделюванні можливих забарвлень нащадків від схрещування шиншил з точно відомими забарвленнями.

В мережі Інтернет існує у вільному доступі генетичний калькулятор для розрахунку можливих забарвлень шиншил (рис.2.1) [31].

Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд генетичного калькулятора з сайту <http://chinchilla.ru/genbase/calculator> [31]

Принцип його роботи наступний:

1. Потрібно заповнити відомості про батьків – вказати алельний стан генів забарвлення, що відомі власнику шиншил.
2. Часто власники тварин не розуміються на генетиці чи біології, тому є можливість орієнтуватися на назву забарвлення хутра, що моделює калькулятор, коли генетичні відомості про батьків заповнені.
3. Після заповнення та уточнення даних батьків натискається кнопка «Розрахувати» та калькулятор генерує всі можливі варіанти забарвлень, які можна отримати від описаних батьків та вираховує ймовірність народження шиншил саме такого забарвлення.
4. Дана програма є незамінним помічником для отримання швидкого прогнозу, щодо фенотипового різноманіття цуценят шиншил від певної пари батьків.

2.3 Особливості утримання та розведення шиншил

Вирощування шиншил – справа, що вимагає ретельності та уважності.

Для забезпечення оптимальних умов для життєдіяльності шиншил необхідно створити тваринкам умови, максимально наближені до природних:

- вологість повітря - не менше 55% і не більше 60%;
- відсутність протягів;
- температура - нижній максимум - 13 градусів тепла, верхній - близько 20 градусів тепла;
- жодних прямих сонячних променів (в природі вони живуть з північного боку) – в іншому випадку хутро у тварин втратить свою цінність;
- в кожній клітці обов'язково повинен знаходитися пісок – тварини очищують за допомогою нього свої шубки. Річковий крупнозернистий пісок для шиншил непридатний – потрібен дрібнодисперсний (найкраще цеоліт - він не буде відрізати ворсинки).
- розводити й утримувати тварин необхідно в чистоті. Це означає: міняти в стружку в клітці – щотижня; просмажувати пісок, попередньо пропустивши його через сито – щомісяця; проводити обробку (дезінфекцію клітини) – один раз на півроку [32-36].

Мінімальна висота стандартної клітки – від 45-50 сантиметрів, якщо клітки зробити трохи нижче, шиншили будуть травмуватися, псуючи при цьому хутро. Для кліток використовується оцинкована сітка 1,5x2 сантиметри. Мінімальні розміри клітки для шиншили: довжина – 0,8 м, висота – 0,5 м, ширина – 0,6 м. У клітці має бути безліч полицок, крутих схилів, ходів - шиншили ведуть активний спосіб життя [37].

Корм для шиншил повинен складатися з двох частин:

- перші 50% всіх кормів – це суха трава, сіно, причому сіно обов'язково. Його подають сіноподавачем, так як пил від сіна може зіпсувати шинши-

лам хутро. Сухотрав'я – це частіше за все кропива, кульбаба, конюшина і подорожник.

– інші 50% кормів – сухофрукти, спеціальні корми і деревна кора, причому сухофрукти повинні бути добре просушені [38].

В цілому, доросла особина в день з'їдає не більш ніж 30 г різного корму.

Шиншили, яким виповнилося 5 місяців, вважаються статевозрілими. Але запліднення самок проводять лише в 10-місячному віці. Кількість запліднень в рік – не більше трьох. Під час кожних пологів у самки народжується від одного до трьох дитинчат [35].

Для розведення тварин потрібно зсаджувати двох шиншил в одну клітку. Якщо в клітці планується утримувати особини обох статей, то підсадку самців роблять вкрай обережно: спочатку їх утримують поруч, але в окремих клітках – вони повинні звикнути один до одного. Самиці можуть вбити самців. Якщо гризуни звикли один до одного – їх саджають в одну клітку [39].

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Генетичний опис приватної колекції шиншил

Предметом дослідження стала приватна колекція шиншил в кількості 15 тварин. Середній вік – 3,2 роки, статевий склад колекції: 8 тварин чоловічої статі та 7 тварин жіночої статі. Так як усі тварини старші за 1 рік – забарвлення їх хутра можна вважати кінцевим варіантом, окрім випадків постійного поступового затемнення хутра у шиншил з геном Ебоні.

Тварини колекції мають різне забарвлення внаслідок наявності в генотипах певних алелів, зумовленість яких наведена в таблиці 3.1.

При описі фенотипу кольорових шиншил прийнято подавати символи тільки тієї пари генів, які викликали зміни, в той час як всі інші – такі ж, як в генотипі стандартної масті (можливо гетерозиготні, але за умови повного домінування).

Таким чином, в аналізованій колекції:

- 5 носіїв гену E – ебоні;
- 9 носіїв гену Pw (домінантного бежевого), з яких 7 є гетерозиготними, а 2 гомозиготними;
- 2 носії гену s – сапфірового забарвлення;
- 5 носії гену Bl – оксамитового в гетерозиготному стані;
- 4 носії гену W – білого Вільсона в гетерозиготному стані;
- 2 носії гену v – фіолетового забарвлення в гомозиготному стані.

Усі тварини колекції здорові, доглянуті. Умови утримання оптимальні, виконані з урахуванням усіх факторів, які є необхідними для росту, розвитку та розмноженню тварин.

В клітках завжди є корм, сіно, та прибрано.

Таблиця 3.1 – Генетичні портрети тварин з приватної колекції

№	Стать	Назва забарвлення	Генетичні символи									
			AA	BB	CC	ee	MM	PP	SS	blbl	ww	VV
1	♂	Бежеве домінантне (гомобежеве)						$P^w P^w$				
2	♀	Коричневий оксамит, носій ебоні				Ee		$P^w p^w$		$Blbl$		
3	♂	Ебоні гетерозиготний (гетероебоні) темний				Ee						
4	♀	Фіолетовий ебоні, носій сапфірового				Ee			Ss			vv
5	♂	Коричневий оксамит						$P^w p^w$		$Blbl$		
6	♀	Гетеробежевий						$P^w p^w$				
7	♂	Темний стандарт										
8	♀	Біло-рожевий оксамит						$P^w P^w$		$Blbl$	Ww	
9	♀	Білий Вільсон сріблястий									Ww	
10	♀	Біло-рожевий оксамит, носій ебоні				Ee		$P^w p^w$		$Blbl$	Ww	
11	♂	Гетеробежеве						$P^w p^w$				
12	♂	Сапфіровий							ss			
13	♂	Білий Вільсон, носій ангори									Ww	
14	♀	Гетеробежева оксамитова пастель				Ee		$P^w p^w$		$Blbl$		
15	♂	Гомобежевий фіолет						$P^w P^w$				vv

Врахування усіх особливостей генотипів, алельного стану та алельної і неалельної взаємодії, дозволило скласти генетичний портрет всіх особин колекції (рис.3.1 – 3.3).



♂ Шиммі

Темний стандарт

AABVCCeeMMp^wp^wSSblblwwVV

♂ Мася

Гомобежевий

AABVCCeeMMP^wP^wSSblblwwVV

♀ Евеліна

Коричневий оксамит, носій ебоні

AABVCCeeMMP^wp^wSSBlblwwVV

♂ Робік

Екстра-темний ебоні

AABVCCeeeeeMMP^wp^wSSblblwwVV

♀ Фея

Фіолетовий ебоні, носій сапфіру

AABVCCeeMMP^wp^wSsblblwwVV

Рисунок 3.1 – Генетичні портрети шиншил



♂ Сеня
Коричневий оксамит
AABBCc^we^wMMp^wr^wSSblbl^wvv



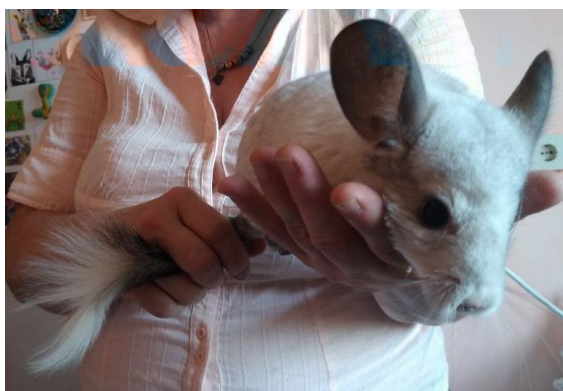
♀ Лаванда
Гетероборжева
AABBCc^we^wMMp^wr^wSSblbl^wvv



♀ Пуш
Гомоборжевий фіолет
AABBCc^we^wMMp^wP^wSSblbl^wvv



♀ Білка
Біло-рожевий оксамит
AABBCc^we^wMMp^wr^wSSblbl^wvv



♀ Ляля
Білий Вільсон сріблястий
AABBCc^we^wMMp^wr^wSSblbl^wvv



♀ Клеопатра
Біло-рожевий оксамит, носій ебоні
AABBCc^we^wMMp^wr^wSSblbl^wvv

Рисунок 3.2 – Генетичні портрети шиншил (2 частина)



♂ Рататуй
Гетеробежевий
 $AABBCcEeMMp^w p^w SSblblwwVV$



♂ Леонард
Сапфір
 $AABBCcEeMMp^w p^w ssblblwwVV$



♂ Немо
Білий Вільсон
 $AABBCcEeMMp^w p^w SSblblWwVV$



♀ Шиммі
Гетеробежева оксамитова пастель
 $AABBCcEeMMp^w P^w SSblblwwVV$

Рисунок 3.3 – Генетичні портрети шиншил (3 частина)

Високу генетичну цінність для колекції представляє шиншила з гомобежевим забарвленням, так як усі цуценята отримані від цієї тварини матимуть домінуючий бежевий ген, що забезпечить відсутність у приплоді шиншил стандартного забарвлення – усі будуть гетеробежевими.

Власницею колекції проводилися певні схрещування:

1. Р ♂ сапфір (ss) × ♀ фіолетовий ебоні, носій сапфірового ($EeSsvv$)

Передбачувані результати наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Гібриди F₁ від схрещування ♂ сапфір × ♀ фіолетовий ебоні, носій сапфірового

♂/♀	<i>ESv</i>	<i>Esv</i>	<i>eSv</i>	<i>esv</i>
<i>esV</i>	<u><i>EeSsVv</i></u> ебоні, носій фіолету та са- пфіру	<i>EessVv</i> сапфір, носій ебоні та фіо- лету	<i>eeSsVv</i> стандартний носій сапфіру та фіолету	<u><i>eessVv</i></u> сапфір, носій фіолету

В результаті цього схрещування народилося 2 нащадки: ебоні, носій фіолету та сапфіру (ймовірність народження 25 %) і сапфір, носій гену фіолетового забарвлення (ймовірність народження 25 %).

2. Р ♂ екстра-темний ебоні (*EEEE*) × ♀ екстра-темний ебоні (*EEEE*).

Передбачувані результати наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Гібриди F₁ від схрещування ♂ екстра-темний ебоні × ♀ екстра-темний ебоні

♂/♀	<i>EE</i>	<i>Ee</i>
<i>EE</i>	<i>EEEE</i> гомоебоні	<i>EEEE</i> екстра-дарк ебоні
<i>Ee</i>	<i>EEEE</i> екстра-дарк ебоні	<i>EEee</i> середній ебоні

В припліді була 1 шиншила, за забарвленням – середня ебоні (ймовірність народження 25 %). Але, враховуючи, що впродовж 1 року життя шиншили забарвлення ебоні темнішають – це, можливо, не кінцеве забарвлення.

3. Р ♂ екстра-темний ебоні (*EEEE*) × ♀ білий оксамит (*BlblWw*)

Передбачувані результати наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Гібриди F₁ від схрещування ♂ екстра-темний ебоні × ♀ білий оксамит

♂/♀	<i>eeBlW</i>	<i>eeBlw</i>	<i>eeblW</i>	<i>eeblw</i>
<i>EEblw</i>	<i>EEeeBlblWw</i> білий оксамит, середній ебоні	<i>EEeeBlblww</i> чорний оксамит, середній ебоні	<i>EEeeblblWw</i> білий Вільсона, середній ебоні	<i>EEeeblblww</i> середній ебоні
<i>Eeblw</i>	<i>EeeeBlblWw</i> білий оксамит, носій ебоні	<i>EeeeBlblww</i> чорний оксамит, носій ебоні	<i>EeeeblblWw</i> білий Вільсона, носій ебоні	<i>Eeeeblblww</i> стандарт, носій ебоні

Всього в цієї пари народилося 3 шиншили, по одній за вагітність. Щодо забарвлення цих шиншил то:

- Першою була шиншила кольору білий Вільсон, носій ебоні. Ймовірність народження тварини такого забарвлення 12,5 %.
- В результаті другої вагітності народилася шиншила кольору середня ебоні, ймовірність народження якої 12,5 %.
- Третя вагітність закінчилася народженням шиншили кольору білий оксамит, носій ебоні, ймовірність народження якої 12,5 %.

Отже, всі отримані результати є передбачуваними, що підтверджує генетичну чистоту форм та те, що генотипи осіб колекції було визначено вірно. Це дає можливість складання схем інших схрещувань з метою розширення генетичного розмаїття колекції.

3.2 Перспективи реалізації генетичного потенціалу колекції шиншил

Кожна колекція потенційно є джерелом багатьох невиявлених алелів та нереалізованих генотипів. Тому першочерговим завданням при бажанні розши-

рення фенотипового різноманіття власної штучної популяції тварин, має бути вивчення їх генетичного потенціалу.

В нашому варіанті, підбір пар для схрещувань надасть можливість для прояву окремих достатньо цікавих та рідкісних алелів та отриманню цінних фенотипів.

Для проявлення генетичних резервів колекції можна провести наступні схрещування:

1. Схрестити гомобежеву шиншилу з коричневим оксамитом, носієм ебоні. Прогноз результатів F_1 наведено в таблиці 3.5.



×



♂ Гомобежевий

♀ Коричневий оксамит, носій ебоні

AABBCc^eeMMP^wP^wSSblbl^wwVV

AABBCCEeMMP^wp^wSSBlbl^wwVV

Таблиця 3.5 – Можливі варіанти забарвлень цуценят F_1 від пари гомобежевої шиншили та коричневого оксамиту, носія ебоні

♀/♂	<i>eP^wbl</i>
<i>EP^wbl</i>	<i>EeP^wP^wblbl</i> – гомобежева пастель
<i>eP^wbl</i>	<i>eeP^wP^wblbl</i> – гомобежева
<i>EP^wBl</i>	<i>EeP^wP^wBlbl</i> – гомобежевий оксамит, носій ебоні
<i>eP^wBl</i>	<i>eeP^wP^wBlbl</i> – гомобежевий оксамит

♀/♂	eP^wbl
Ep^wbl	EeP^wp^wblbl – гетеробежевий носій ебоні
ep^wbl	eeP^wp^wblbl – гетеробежева
Ep^wBl	EeP^wp^wBlbl – коричневий оксамит, носій ебоні
ep^wBl	eeP^wp^wBlbl – коричневий оксамит

Одним з варіантів забарвлень (12,5 % вірогідність) у приплоді може бути оксамитова гомобежева пастель – гарне, як гомобежевий оксамит та рідкісне забарвлення (рис.3.4).



Рисунок 3.4 – Гомобежева пастель

2. Схрестити стандартну шиншилу з фіолетовою ебоні, носієм сапфіру. Прогноз результатів F_1 наведено в таблиці 3.6.



♂ Стандарт

$AABBCc e e M M P P S S b l b l w w V V$

×



♀ Фіолетова ебоні, носій сапфіру

$AABBCc E e M M P P S S b l b l w w v v$

Таблиця 3.6 – Можливі варіанти забарвлень цуценят F₁ від пари стандартної шиншили та фіолетової ебоні, носія сапфіру

♂/♀	<i>ESv</i>	<i>Esv</i>	<i>eSv</i>	<i>esv</i>
<i>eSV</i>	<i>EeSSVv</i> гетероебоні носій фіолету	<i>EeSsVv</i> гетероебоні, носій фіолету та сапфіру	<i>eeSSVv</i> стандартний носій фіолету	<i>eeSsVv</i> стандартний носій фіолету та сапфіру

Вірогідність народження шиншили стандартного забарвлення, яка буде носієм гену фіолету (*v*) 25%. Тварини такого забарвлення важливі для колекції, особливо якщо заводчик вирішить розмножувати шиншил забарвлення фіолет, так як схрещування зі стандартними носіями фіолету будуть запобігати погіршенню якості хутра та зменшенню розмірів тварин, що властиво цуценятам, що народжуються при схрещуваннях між двома фіолетами.

Також 25 % вірогідність народження шиншили стандартного забарвлення, яка буде носієм гену фіолету (*v*) та гену сапфіру (*s*) одночасно.

В подальшому така шиншила при схрещуванні з фіолетовим ебоні носієм сапфіру може дати в потомстві дуже рідкісний та гарний гібрид – блакитний діамант (*ssvv*) з вірогідністю 6,25% (таблиця 3,7, рис.3.5).



Рисунок 3.5 – Шиншила забарвлення блакитний діамант

З такою ж вірогідністю – 6,25 % може народитися фіолет, носій сапфіру ($Ssvv$) або сапфір, носій фіолету ($ssVv$), які виглядають як звичайні сапфір та фіолет (рис.3.6).



Рисунок 3.6 – Шиншили забарвлення сапфір та фіолет

Таблиця 3.7 – Можливі варіанти забарвлень цуценят від пари стандартної шиншили, носія фіолету і сапфіру та фіолетової ебоні, носія сапфіру

♂/♀	ESv	Esv	eSv	esv
eSV	$EeSSVv$ стандарт, носій фіолету	$EeSsVv$ гетероебоні, носій фіолету та сапфіру	$eeSSVv$ стандарт, носій фіолету	$eeSsVv$ стандарт, носій фіолету та сапфіру
eSv	$EeSSvv$ фіолетовий гетероебоні	$EeSsvv$ фіолетовий гетероебоні, носій сапфіру	$eeSSvv$ фіолет	$eeSsvv$ фіолет, носій сапфіру
esV	$EeSsVv$ гетероебоні, носій фіолету та сапфіру	$EessVv$ сапфіровий гетероебоні, носій фіолету	$eeSsVv$ стандарт, носій сапфіру та фіолету	$eessVv$ сапфір, носій фіолету
esv	$EeSsvv$ фіолетовий гетероебоні, носій сапфіру	$Eessvv$ гетероебоні	$eeSsvv$ фіолет, носій сапфіру	$eessvv$ блакитний діамант

3. Можна схрестити шиншилу з гомобежевим забарвленням та білого Вільсона. Прогнозовані результати наведено в таблиці 3.8:



♂ Гомобежевий

AABBCc^eMM^{P^w}P^wSSblblwwVV



♀ Білий Вільсон (сріблястий)

AABBCc^eMMPPSSblblWwVV



Таблиця 3.8 – Можливі варіанти забарвлень шиншил F₁ від пари гомобежевої шиншили та білого Вільсона

♂/♀	<i>p^wW</i>	<i>p^ww</i>
<i>P^ww</i>	<i>P^wp^wWw</i> біло-рожева	<i>P^wp^www</i> гетеробежева

З вірогідністю 50 % від цієї пари народиться шиншила біло-рожевого забарвлення. Цей гібрид в подальшому дає можливість для отримання великої кількості кольорових мутацій завдяки наявності двох домінантних генів – бежевого та білого (рис.3.7).



Рисунок 3.7 – Біло-рожева шиншила

При схрещуванні такої біло-рожевої шиншили, наприклад, з коричневим оксамитом виходить 12 різних кольорових варіантів, що в подальшому дозволить розширювати фенотипову різноманітність колекції забарвлень (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 – Можливі варіанти забарвлень шиншил від пари біло-рожевої шиншили та коричневого оксамиту

♀/♂	$P^w Blw$	$P^w blw$	$p^w Blw$	$p^w blw$
$P^w blW$	$P^w P^w BlblWw$ біло-рожевий гомобежевий оксамит	$P^w P^w blblWw$ біло-рожевий гомобежевий	$P^w p^w BlblWw$ біло-рожевий оксамит	$P^w p^w blblWw$ біло-рожевий
$P^w blw$	$P^w P^w Blblww$ гомобежевий оксамит	$P^w P^w blblww$ гомобежевий	$P^w p^w Blblww$ коричневий оксамит	$P^w p^w blblww$ гетеробежевий
$p^w blW$	$P^w p^w BlblWw$ біло-рожевий оксамит	$P^w p^w blblWw$ біло-рожевий	$p^w p^w BlblWw$ білий оксамит	$p^w p^w blblWw$ білий Вільсона
$p^w blw$	$P^w p^w Blblww$ коричневий оксамит	$P^w p^w blblww$ гетеробежевий	$p^w p^w Blblww$ чорний оксамит	$p^w p^w blblww$ стандартний

4. Рідкісними та коштовними будуть гібриди, отримані від схрещування гомобежевого фіолету та фіолетового ебоні, носія сапфіру.



×



♂ Гомобежевий фіолет

AABCCeeMMP^wP^wSsblblwvv

♀ Фіолетова ебоні, носій сапфіру

AABCCCEeMMPPSsblblwvv

Прогнозовані результати наведено в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Можливі варіанти забарвлень шиншил від пари гомобежевого фіолету та фіолетової ебоні, носія сапфіру

♀/♂	<i>eP^wSv</i>
<i>EP^wSv</i>	<i>EeP^wP^wSSvv</i> фіолетова пастель
<i>eP^wSv</i>	<i>eeP^wP^wSSvv</i> бежевий фіолет
<i>EP^wsv</i>	<i>EeP^wP^wSsvv</i> фіолетова пастель, носій сапфіра
<i>eP^wsv</i>	<i>eeP^wP^wSsvv</i> бежевий фіолет, носій сапфіра

З вірогідністю 25 % може народитися фіолетова пастель або бежевий фіолет (рис.3.8).



Рисунок 3.8 – Фіолетова пастель

Також, 25 % ймовірність народження фіолетової пастелі та бежевого фіолету – носіїв гену сапфіру. Це рідкісне поєднання алелів генів забарвлення в одному гібриді і тому цінується заводчиками.

5. Не менш цікавим та різноманітним може бути потомство від пари коричневий оксамит та фіолетова ебоні – носій сапфіру.

Прогнозовані результати наведено в таблиці 3.11.



♂ Коричневий оксамит

AABBCCeeMMP^wp^wSsBlblwwVV

×



♀ Фіолетова ебоні, носій сапфіру

AABBCC^EeMMPPSsblblwwvv

Таблиця 3.11 – Можливі варіанти забарвлень шиншил від пари коричневого оксамиту та фіолетової ебоні, носія сапфіру

♂/♀	$Ep^w Sblv$	$Ep^w sblv$	$ep^w Sblv$	$ep^w sblv$
$eP^w SBlV$	$EeP^w p^w SSBlblVv$ коричневий оксамит, носій фіолету	$EeP^w p^w SsBlblVv$ коричневий оксамит, носій фіолету та сапфіру	$eeP^w p^w SSBlblVv$ коричневий оксамит, носій фіолету	$eeP^w p^w SsBlblVv$ коричневий оксамит, носій фіолету та сапфіру
$eP^w SblV$	$EeP^w p^w SSblblVv$ гетеробежевий, носій ебоні та фіолету	$EeP^w p^w SsblblVv$ гетеробежевий, носій ебоні, фіолету та сапфіру	$eeP^w p^w SSblblVv$ гетеробежевий, носій фіолету	$eeP^w p^w SsblblVv$ гетеробежевий, носій ебоні, фіолету та сапфіру
$ep^w SBlV$	$Eep^w p^w SSBlblVv$ оксамитовий ебоні носій фіолету	$Eep^w p^w SsBlblVv$ оксамитовий ебоні носій фіолету та сапфіру	$eeP^w p^w SSBlblVv$ чорний оксамит, носій фіолету	$eeP^w p^w SsBlblVv$ чорний оксамит, носій фіолету та сапфіру
$ep^w SblV$	$Eep^w p^w SSblblVv$ гетероебоні носій фіолету	$Eep^w p^w SsblblVv$ гетероебоні носій фіолету та сапфіру	$eeP^w p^w SSblblVv$ стандарт, носій фіолету	$eeP^w p^w SsblblVv$ стандарт, носій фіолету і сапфіру

Фіолетова ебоні, носій сапфіру дає всьому потомству 100 % носійство гену (v), що відповідає за розвиток фіолетового забарвлення. 50% усіх можливих забарвлень будуть з носіями гену сапфіру (s).

Таким чином, усі тварини в потомстві будуть носіями рідкісних та кошовних алелів.

Окремі гени, що визначають забарвлення, мають плеiotропний ефект, що може стати причиною послаблення життєдіяльності. Тому було складено схеми схрещувань (для тварин з аналізованої приватної колекції), яких потрібно уникати:

1. P ♂ Коричневий оксамит × ♀ коричневий оксамит, носій ебоні;
2. P ♂ Коричневий оксамит × ♀ біло-рожевий оксамит, носій ебоні;

3. P ♂ Коричневий оксамит × ♀ гетеробежева оксамитова пастель;
4. P ♂ Білий Вільсон × ♀ біло-рожевий оксамит, носій ебоні;
5. P ♂ Білий Вільсон × ♀ білий Вільсон сріблястий.

Ці схрещування можуть призводити до зменшення кількості новонароджених шиншил, так як містять в своїх генетичних портретах летальні гени (*Bl*, *W*), які в гомозиготному домінантному стані призводять до зменшення приплоду у самиць шиншил.

Враховуючи полігенність та поліалельність ознаки забарвлення, зрозуміло, що завжди існують потенційні можливості для прояву нереалізованих варіантів фенотипів, які були обмежені наявним матеріалом. Тому можна надати рекомендації для розширення генетичного резерву колекції:

1. Для простоти та доступності гену оксамиту для селекційної роботи необхідно мати шиншилу забарвлення чорний оксамит, що є базовим, і є джерелом гену оксамиту для складних гібридних забарвлень. Це значно полегшить роботу, спрямовану на покращення якості цінних забарвлень, не «засмічуючи» генотип тварини генами, які можуть приховувати коштовні кольорові мутації.

2. Вище наведено кілька схем схрещування, за яких існує вірогідність отримання в приплоді шиншили біло-рожевого забарвлення, але доречніше віднайти тварину даного кольору у досвідчених заводчиків та пришвидшити накопичення цінних та красивих забарвлень хутра тварин для колекції, адже біло-рожева шиншила є невід'ємною частиною більшості схем схрещування, що спрямовані на отримання найбільш гарних та рідкісних забарвлень.

3. В колекції є неймовірно цінний для подальшої роботи екземпляр – шиншила забарвлення сапфір. Якщо додати до колекції шиншилу забарвлення фіолет – можна розводити актуальні та найбільш затребувані забарвлення, такі як, наприклад, блакитний діамант. А схрестивши таких тварин потім з екстра-дарк ебоні можна значно покращити стан хутра тварин, додати насиченості забарвленню.

3.3 Генетичний калькулятор для розрахунку можливих забарвлень шиншил

На сьогоднішній день багато хто з заводчиків, тримаючи та розводячи шиншил, прагне до збільшення фенотипового різноманіття серед власних колекцій тварин. Але більшість з них не мають освіти біолога або генетика, тому розуміння механізмів наслідування ознаки забарвлення хутра у шиншил викликає багато питань.

На допомогу у прогнозуванні можливих забарвлень, які можна отримати, схрестивши певну пару шиншил з точно відомими забарвленнями, може прийти калькулятор для розрахунку можливого забарвлення майбутньої маленької шиншили.

В мережі Інтернет існує як найменше два таких калькулятора на різних інформаційних ресурсах. Найактуальніший калькулятор (<http://chinchilla.ru/genbase/calculator>) дозволяє, обравши певний алельний стан мутантних генів забарвлення, отримати розрахунок ймовірності народження шиншил з певними забарвленнями.

Наприклад, якщо ввести дані для схрещування: ♂ білий Вільсон × ♀ біло-рожевий оксамит, отримаємо наступний результат (рис. 3.9).



♂ Білий Вільсон

AABBCSeeMMp^wp^wSSblblWwVV



♀ Біло-рожевий оксамит

AABBCSeeMMP^wp^wSSBlblWwVV

Папа:		Мама:	
Белый	Есть	Белый	Есть
Бежевый	Нет	Бежевый	Есть
Фиолетовый	Нет	Фиолетовый	Нет
Сапфировый	Нет	Сапфировый	Нет
Ангорский	Нет	Ангорский	Нет
Эбони	Нет	Эбони	Нет
Бархат	Нет	Бархат	Есть

Папа: Белый Вильсона
Мама: Бело-розовый бархат

Окрас	Вероятность
Стандартный	6.25%
Белый Вильсона	12.5%
Летальные гены	25%
Гетеробежевый	6.25%
Бело-розовый	12.5%
Черный бархат	6.25%
Белый бархат	12.5%
Коричневый бархат	6.25%
Бело-розовый бархат	12.5%

Рисунок 3.9 – Розрахунок можливих варіантів забарвлень цуценят F₁ від пари білого Вільсона та біло-рожевого оксамиту

Передбачувані результати розрахунку вручну наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.12 – Гібриди F₁ від схрещування пари ♂ білий Вільсон × ♀ біло-рожевий оксамит.

♀/♂	$p^w blW$	$p^w blw$
$P^w BlW$	$P^w p^w BlblWW$ леталь	$P^w p^w BlblWw$ біло-рожевий оксамит
$P^w Blw$	$P^w p^w BlblWw$ біло-рожевий оксамит	$P^w p^w Blblww$ коричневий оксамит
$P^w blW$	$P^w p^w blblWW$ леталь	$P^w p^w blblWw$ біло-рожева
$P^w blw$	$P^w p^w blblWw$ біло-рожева	$P^w p^w blblww$ гетеробежева
$p^w BlW$	$p^w p^w BlblWW$ леталь	$p^w p^w BlblWw$ білий оксамит

♀/♂	$p^w blW$	$p^w blw$
$p^w Blw$	$p^w p^w BlblWw$ білий оксамит	$p^w p^w Blblww$ чорний оксамит
$p^w blW$	$p^w p^w BlblWW$ леталь	$p^w p^w blblWw$ білий Вільсона
$p^w blw$	$p^w p^w blblWw$ білий Вільсона	$p^w p^w blblww$ стандарт

Стандарт – 6,25 %

Білий Вільсона – 12,5 %

Летальні гени – 25 %

Гетеробежевий – 6,25 %

Біло-рожевий – 12,5 %

Чорний оксамит – 6,25 %

Білий оксамит – 12,5 %

Коричневий оксамит – 6,25 %

Біло-рожевий оксамит – 12,5 %

Як можна побачити, порівнявши результати калькулятора та таблиці – результати є ідентичними, що свідчить про правильність роботи програми.

Але складності в користуванні калькулятором та правильному прогнозуванні результатів схрещування можуть виникнути, якщо у батьківських особин в генотипі присутній ген ебоні. Справа в тому, що досі не пояснено природу впливу гену ебоні (E) на фенотип шиншил. Існує декілька теорій з цього приводу:

1. Ген ебоні проявляється з різною експресивністю у його носіїв, тому під час схрещувань тварин-носіїв ебоні утворюється велика кількість фенотипово різних тварин – від світлих до екстра-темних ебоні (рис. 3.10).

2. Ознака ебоні є полімерною та залежно від кількості накопичених в генотипі домінантних алелів гену змінюється і забарвлення тварин.



Світлий ебоні



Середній ебоні



Темний ебоні



Екстра-темний ебоні

Рисунок 3.10 – Шкала забарвлень тварин з геном ебоні

В науковій літературі немає чіткої відповіді на питання про природу гена ебоні, тому усі варіанти забарвлень, що пропонує калькулятор при схрещуванні носіїв цього гену є приблизними. Але приблизні вони тільки стосовно ебоні, щодо інших генів забарвлення – він працює відмінно.

ОХОРОНА ПРАЦІ

Перед початком виконання моєї кваліфікаційної роботи на тему: «Генетичний поліморфізм шиншил» я ознайомилася з правилами безпеки при проведенні навчальних, виробничих, науково-дослідних практик на біологічному факультеті. Я дійшла висновку, що при виконанні мною моєї кваліфікаційної роботи можуть мати місце:

- небезпечні фактори зовнішнього середовища;
- небезпечні ситуації на дорозі;
- травмування при дії електричного струму;
- травмування при порушенні вимог пожежної безпеки;
- укуси тварин, комах.

Дуже важливим є мікроклімат робочого приміщення, де виконувався значний обсяг моєї роботи, а саме її оформлення [40]. Мікроклімат приміщення – умови внутрішнього середовища, що визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Основні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень мають відповідати ДСН 3.3.6.042-99, виданим Постановою головного державного лікаря України [41].

Для того щоб визначити, чи відповідає повітряне середовище даного приміщення встановленим нормам, необхідно кількісно оцінити кожен з його параметрів. Температуру вимірюють ртутними чи спиртовими термометрами. Відносна вологість повітря визначається психрометром Августа, аспіраційним психрометром, гігрометром та гігрографом. За потреби вимірюють швидкість руху повітря, температуру нагрітих поверхонь, інтенсивність теплового опромінення [42, 43].

Для того, щоб у приміщенні завжди було свіже повітря, в літній період я постійно, а в зимовий періодично відкривала вікно для провітрювання. Це сприяє покращенню мікроклімату приміщення [44].

Експериментальна частина кваліфікаційної роботи виконувалась в приміщенні, в умовах іншого міста. В навколишньому середовищі можуть діяти як біотичні (укуси тварин, комах) і абіотичні (сонячна радіація, різка зміна погодних умов) фактори, так і небезпечні ситуації на дорогах [45 – 47].

Особливу увагу необхідно звернути на дотримання вимог безпеки під час контактування з тваринами. Окрім безпеки травмування тваринами існує також небезпека захворювання. Насамперед, необхідно визначити джерела небезпек та наявні небезпечні чинники під час роботи, показати, за яких умов вони можуть діяти.

Під час дослідження шиншил потрібно пам'ятати, що вони кусаються та дряпаються кігтями. Отримані поранення хоч і незначні, але вони дуже довго загоюються. Тому не слід підходити до тварини, яка веде себе агресивно або у манері яка їй не властива. Якщо ж травмування все ж відбулося, то необхідно промити рану водою з мильною піною, використовувати слід господарське мило, та звернутися до епідеміолога [48].

Враховуючи те, що моє дослідження проводилося в іншому місті, то моя робота тісно була пов'язана з транспортом та переміщеннями по місту, а з появою транспортних засобів були створені правила дорожнього руху, які обов'язкові для виконання всіма учасниками дорожнього руху. А як відомо до учасників дорожнього руху відносяться пішоходи, водії, пасажери та погоничі тварин. Я ознайомила з обов'язками пішохода та пасажера.

Пішоходи повинні рухатись по тротуарах і пішохідних доріжках, тримаючись правої сторони, а в разі їх відсутності або коли просуватися по них неможливо – в один ряд по узбіччю або по краю проїзної частини дороги, назустріч руху транспортних засобів, щоб добре бачити автомобіль, що наближається. При цьому треба бути обережним і не заважати іншим учасникам дорожнього руху.

Пішоходи повинні проходити проїзну частину по пішохідних переходах, а у разі їх відсутності – на перехрестях по лінії тротуарів або узбіч. У місцях, де рух регулюється, пішоходи повинні керуватися сигналами регулювальника або світлофора.

Переходячи вулицю, подивись ліворуч, а дійшовши до середини проїжджої частини, - подивись праворуч.

Чекати транспортний засіб пішоходи повинні на тротуарах, посадочних майданчиках, а де вони відсутні, - на узбіччі, не створюючи перешкод для дорожнього руху.

Пішоходам забороняється:

а) виходити на проїзну частину, не впевнившись у відсутності небезпеки для себе та інших учасників руху;

б) допускати самостійний, без нагляду дорослих, вихід дітей дошкільного віку на проїзну частину;

в) переходити проїзну частину поза пішохідним переходом, а також у місцях, де встановлено огороження;

г) затримуватися і зупинятися на проїзній частині, якщо це не пов'язано із безпекою дорожнього руху;

д) рухатися по дорозі, за винятком пішохідних доріжок, місць стоянки і відпочинку.

Пасажири повинні дотримуватися встановлених правил:

– посадка і висадка дозволяється після повної зупинки транспортного засобу;

– під час пересування в транспортному засобі, обладнаному ременями безпеки, бути пристебнутими, а на мотоциклі – в застебнутому шоломі; - сидіти або стояти в призначених для цього місцях, тримаючись за поручень або інше пристосування;

– під час руху не стояти на сіддях, не притулятися до дверей;

– не виставляти руку і не висувати голову у відкрите вікно;

– трамвай, який зупинився, обходити потрібно тільки спереду, автобус та тролейбус на зупинках обходять ззаду.

Пасажирам забороняється:

- а) під час руху відвертати увагу водія від керування транспортним засобом та заважати йому в цьому;
- б) відчиняти двері транспортного засобу, не переконавшись, що він зупинився біля тротуару чи узбіччя;
- в) перешкоджати зачиненню дверей та використовувати для їзди виступи транспортних засобів ;
- г) стояти під час руху в кузові вантажного автомобіля, сидіти на бортах і на вантажі, який знаходиться на рівні або вище бортів.

Також мною був пройдений пройшла інструктаж з пожежної безпеки за «Загальною інструкцією про заходи пожежної безпеки». Заходи з пожежної безпеки, відображені в Інструкції викладено з урахуванням норм Закону України „Про пожежну безпеку» (ст. 4 – 7), збірника „Пожежна безпека— (Том 1, 2, 3) та „Правил пожежної безпеки для наукових закладів та організацій культури— (ППБ-к. – 1997) [48, 49].

Для уникнення пожежонебезпечних ситуацій я, в першу чергу обережно та уважно користувалась усіма наявними в приміщенні електроприладами. Прилади мали захист від струму короткого замикання та інших відхилень від нормального режиму роботи, що можуть призвести до виникнення пожежі. У своїй роботі я не користувалась вогнем та вибухонебезпечними речовинами та матеріалами [49, 50].

Я ознайомила з методами гасіння пожеж:

- 1) ізоляція джерела горіння;
- 2) зменшення концентрації окислювача, зокрема кисню;
- 3) охолодження джерела горіння нижче температури горіння;
- 4) механічне збивання полум'я тиском води, інертного газу, різними негорючими речовинами;

5) створення спеціальних перепон для розповсюдження полум'я, наприклад протипожежні розриви.

Для гасіння пожежі звичайно використовують воду, але не у всіх випадках.

Ефективною є стійка піна, що може бути отримана при введенні у воду невеликих кількостей (3-4%) речовин, спроможних знизити поверхневий натяг плівки води. Піна не взаємодіє з нафтопродуктами і утворює щільний покрив, який не пропускає парів горючої рідини. Але її не можна застосовувати для гасіння електроустаткування [49].

Інші ефективні засоби гасіння – інгібітори горіння на основі галогідоводородів, порошкові речовини – використовують для гасіння електрообладнання. Широко використовують суміші на основі карбонатів, бікарбонатів (харчова сода). Високоєфективні також інертні гази [50, 51].

Найбільше поширення в якості первинних засобів гасіння пожеж одержали різноманітні ручні вогнегасники: пінні, газові вуглекислотні і спеціальні вогнегасники вуглекислотно-бромметилові, порошкові [51].

У разі виникнення пожежі дії повинні бути спрямовані, передусім на негайне сповіщення пожежної охорони та забезпечення безпеки людей, їх евакуацію й вжиття заходів до локалізації і ліквідації вогнища.

У разі виявлення пожежі (ознак горіння) кожна людина зобов'язана [50, 52]:

- негайно повідомити про це за телефоном 101 пожежну охорону, назвавши адресу об'єкта, вказати кількість поверхів у будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, повідомити своє прізвище;

- вжити (за можливістю) заходів до евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;

- у разі необхідності викликати інші рятувальні служби (медичну, газову тощо).

- здійснити в разі необхідності відключення електроенергії, перекриття газових, парових комунікацій;

– після прибуття пожежного підрозділу проконсультувати пожежників про конструктивні і технологічні особливості об'єкта, де виникла пожежа, прилеглих будівель та пристроїв, взяти участь у проведенні необхідних заходів, пов'язаних із ліквідацією пожежі.

Наслідками регулярної роботи з комп'ютером при недотриманні загальноприйнятих норм та вимог можуть бути: захворювання органів зору (60% користувачів); хвороби серцево-судинної системи (20%); захворювання шлунково-кишкового тракту (10%); шкірні захворювання (5%); різноманітні пухлини.

Для забезпечення безпеки перед початком роботи я [51]:

- провітрювала приміщення;
- перевіряла надійність встановлення апаратури на робочому столі, кут нахилу монітору;
- перевіряла загальний стан апаратури, справність електропроводки, з'єднувальних шнурів, штепсельних вилок, розеток, заземлення захисного екрана;
- відрегулювала освітленість робочого місця;
- відрегулювала та зафіксувала висоту крісла, зручний для себе нахил спинки;
- приєднувала до системного блоку необхідну апаратуру. Усі кабелі, що з'єднують системний блок з іншими пристроями, вставляла та виймала при вимкненому комп'ютері;
- вмикала апаратуру комп'ютера вимикачами на корпусах в послідовності: монітор, системний блок, принтер (якщо передбачалося друкування);
- відрегулювала яскравість свічення монітора, мінімальний розмір світної точки, фокусування, контрастність з урахуванням того, що надмірна яскравість викликає втому очей.

Для безпеки під час виконання роботи я [44]:

- стійко розташовувала клавіатуру на робочому столі, не допускала її хитання. Під час роботи на клавіатурі сиділа прямо, не напружуючись;

– для забезпечення несприятливого впливу пристроїв типу «миша» я забезпечувала вільну велику поверхню столу для переміщення «миші» і зручного упору ліктьового суглоба;

– усувала наявні подразнюючі шуми;

– періодично при вимкненому комп'ютері прибирала ледь змоченою мильним розчином бавовняною ганчіркою пил з поверхонь апаратури. Не використовувала рідинні або аерозольні засоби чищення поверхонь комп'ютера;

– не клала предмети на апаратуру комп'ютера;

– не закривала вентиляційні отвори апаратури, що могло б призвести до її перегрівання і виходу з ладу.

– для зняття статичної електрики час від часу доторкатися до металевих поверхонь і не носила одяг із синтетичних матеріалів.

Отже, при виконанні та написанні моєї кваліфікаційної роботи я дотримувалась правил пожежної безпеки, правил роботи з дикими тваринами та електроприладами, правил поведінки на дорозі та в транспорті. Я усвідомлювала, що від дотримання мною цих правил та інструкцій залежить не лише моя безпека, а й здоров'я та життя людей, що мене оточують.

ВИСНОВКИ

1. Складений та систематизований визначник алелів забарвлення шиншили.
2. Проведено генетичний опис приватної колекції шиншил та складено генетичний портрет 15 тварин.
3. Визначено шиншил, що становлять особливу генетичну цінність для колекції – гомозиготні носії таких забарвлень як гомозиготний бежевий, сапфір та гомобежевий фіолет. Залучення їх до схем схрещування дозволить уникнути народження шиншил стандартного забарвлення та може бути використано як спосіб покращення якості хутра та морфологічних рис тварин.
4. Підтверджено генетичну чистоту форм колекції.
5. Визначено перспективні напрямки проведення гібридизації з метою розкриття та реалізації генетичного потенціалу колекції.
6. Складено схеми схрещувань, яких краще уникати через плейотропні ефекти окремих генів, що визначають забарвлення і можуть стати причиною послаблення життєдіяльності – це гени чорного оксамиту (*Bl*) та забарвлення білий Вільсон (*W*) в гомозиготному домінантному стані.
7. Проаналізовано роботу генетичного калькулятора для розрахунку можливих забарвлень шиншил. Підтверджено його зручність як інструменту для зручного та швидкого моделювання можливих варіантів забарвлення за умови знання генотипів батьків. Сумнівним є лише прогноз відносно гену ебоні.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Отримані результати можуть бути використані для подальшої роботи з розширення генотипового різноманіття в колекціях шиншил.
2. Складений визначник алелів забарвлення шиншил може стати незамінним помічником для заводчиків-початківців, як інструмент складання генетичного портрету власних тварин.
3. Викладений у дипломній роботі матеріал можна використовувати при вивченні курсу «Генетика», «Методи селекції» та «Генетичний аналіз» у вищих навчальних закладах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Наумов С. П. Зоология позвоночных. Москва: Просвещение, 1973. 421 с.
2. Defler T. History of Terrestrial Mammals in South America: How South American Mammalian Fauna Changed from the Mesozoic to Recent Times, Springer, 2018. 372 p.
3. Cappelletti C.A., Rozen F.M.B. Genetic and phenotypic parameters for fur characteristics in *Chinchilla lanigera*. *Scientifur*. 1995. № 2. P. 125–128.
4. Jackson I.J. Molecular and developmental genetics of mouse coat color. *Annual review of genetics*. 1994. № 28. P. 189–217.
5. Barsh G.S. The genetics of pigmentation: from fancy genes to complex traits. *Trends in Genetics*. 1996. № 12. P. 299–305.
6. Beermann F., Orlow S.J., Lamoreux M.L. The *Tyr* (*albino*) locus of the laboratory mouse. *Mammalian Genome*. 2004. № 15. P. 749–758.
7. Chintala S., Li W., Lamoreux M. et al. *Slc7a11* gene controls production of pheomelanin pigment and proliferation of cultured cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2005. № 102. P. 164–169.
8. Nascimento A.A., Roland J.T., Gelfand V. Pigment cells: a model for the study of organelle transport. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*. 2003. № 19. P. 469–491.
9. Searle A. Comparative Genetics of Coat Colour in Mammals. London: Logos Press, 1968. 308 p.
10. Robert C King. Handbook of Genetics: Vertebrates of Genetic Interest. New York: Plenum press, 1975. V4. 668 p.
11. Hoekstra H.E. Genetics, development and evolution of adaptive pigmentation in vertebrates. *Heredity*. 2006. № 97, P. 222–234.

12. Кириенко Е.Л. Особенности разведения шиншилл разных типов. *Кролиководство и звероводство*. 2005. № 6. С. 27–28.
13. Joelson F. Farbmutationen in der Chinchillazucht. *Deutsche Pelztierzuechter*. 2012. № 63. P. 151-152.
14. Рахманов А.И. Шиншилла. Москва: Аквариум-Принт, 2007. 64с.
15. Gunning B. Development of black velvet. *Empress Chinchilla Magazine*. 1969. № 25(1). P. 14–16.
16. Johnson L. Inheritance in the Wilson white chinchilla, *Fur Trade J. Can.* 1963. № 40(9). P. 13–15.
17. Лазарев М. Шиншилла: розмноження і селекція. *Тваринництво України*. 2005. № 1. С. 18-20.
18. Козлова А. Шиншиллы. Москва: Аквариум-Принт, 2005. 48 с.
19. Ness N., Einarson E., Lohi O. et al. Beautiful fur animals and their color genetics. *Scientifur*. 1988. V2. 271 p.
20. Козлов А. В. Перспектива разведения цветных шиншилл с рецессивными генами окраски. *Кролиководство и звероводство*. 2013. № 5. С. 23-25.
21. Новиков А.Л. И снова о пушистой шиншилле. *Приусадебное хозяйство*. 1991. №6. С. 13-15.
22. Романов - Ильинский С.В. Шиншилла. Москва: Лесная промышленность, 1982. 104 с.
23. Ильина Е. Д., Кузнецов Г. А. Основы генетики и селекции пушных зверей. Москва: Колос, 1969. 278 с.
24. Горбунов В. «Шиншилла от А до Я». Москва: АСТ, 2011. 192 с.
25. Barabasz, B., Fortuńska D., Woźny A. "Polish Beige" mutant chinchilla domestic variety. *Roczniki Naukowe Zootechniki*. 2000. No 5. P.187-192.
26. Уша Б.В. Внутренние болезни животных: учебник для вузов. Москва: ИНФРАМ, 2017. 311с.
27. Larsen M. The Larsen sapphire. *Empress Chinchilla Magazine*. 1965. № 21(4). P. 22–24.

28. Rzewski W., Pastel chinchillas in Poland. *Fur Trade*. 1961. №3. P. 20–21.
29. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции: учебник для студентов вузов 2-е издание, перераб. и доп. СПб.: Н-Л, 2010. 720 с.
30. Клаг У., Камингс М. Основы генетики. Москва: Техносфера, 2007. 894 с.
31. Моя шиншилла : генетичний калькулятор URL: <http://chinchilla.ru/genbase/calculator> (дата звернення: 16.11.2019)
32. Барабаш Б. Доместикация шиншиллы. *Краковская сельскохозяйственная академия Вестник ВОГиС*. 2007. Т. 11. № 1. С. 35-38.
33. Остапчук П. Утримання шиншил. *Ветеринарна газета*. 2010. 11-15 липня. (№6). С: 10-12.
34. Барабаш Б. Одомашнивание шиншилл. *Кролиководство и Звероводство*. 2008. № 5
35. Баранцева Э.Д. Разведение шиншиллы. *Кролиководство и звероводство*. 1983. №4. С.32-34.
36. Лазарев М. Шиншилла: основы экономики и технологии разведения *Ефективне птахівництво та тваринництво*. 2004. № 10. С. 43-49.
37. Захарчук А. Оснащення клітки для шиншили. *Ветеринарна газета*. 2010. 16-30 листопада. (№ 10). С. 24-26.
38. Корма и их переработка. Правила дачи кормов. Рационы. Особенности кормления шиншилл в различные физиологические периоды. *Ветеринарная жизнь*. 2008. № 4. С. 14-15.
39. Новиков М.В., Шумилина Н.Н. Особенности поведения шиншилл. *Кролиководство и Звероводство*. 2015. №4. С. 6-7.
40. Основы охорони праці : навч. пос. / за ред. Б. М. Коржика. Харків : ХДАМГ, 2014. 105 с.
41. Трахтенберг І. М., Корщун М. М., Чебанова О. В. Гігієна праці та виробнича санітарія. Київ, 1997. 462 с.
42. Збірник нормативних актів з охорони праці. Київ: Колос. 1996. 89 с.

43. Гусева Т. В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. Москва : Соц.-экол. союз, 2000. 146 с.
44. Мягченко О. П. Безпека життєдіяльності людини та суспільства : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 384 с.
45. Готовский Ю. В., Перов Ю. Ф. Электромагнитная безопасность в офисе и дома. Москва : ИМЕДИС, 1998. 174 с.
46. Войналович О. В. Охорона праці у ветеринарній медицині : навчальний підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2016. 554 с.
47. Витяг з нормативно-правових актів у сфері поводження з пестицидами та агрохімікатами щодо забезпечення організації дотримання основних вимог санітарного законодавства під час проведення робіт. Київ : Управління Держпродспоживслужби від 18.12.2017. 10 с.
48. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні : постанова Кабінету Міністрів України від 21.11.2007 № 1328 (доповнення з 01.01.2017 згідно вимог) Офіційний вісник України, 2017. № 2. С. 235–250.
49. Правила пожежної безпеки в Україні. Державний реєстр нормативних актів з питань пожежної безпеки (Реєстр НАПБ). Київ : Пожежінформтехніка, 2001. 238 с.
50. Каталог основних засобів забезпечення пожежної безпеки. Київ, 1997. 259 с.
51. Правила пожежної безпеки в Україні. Київ, 1998. 206 с.
52. Пиріг Л. Г. Здоров'я населення України та його охорона. Друкар, 2006. 410 с.

ДОДАТКИ
ДОДАТОК А



Стандартний сірий



Чорний оксамит



Білий Вільсона



Гетеробежевий



Гомобежевий



Гетеробоні

Рисунок А.1 Поліморфізм забарвлення шиншил



Гомоебоні



Деревне вугілля



Фіолет



Альбінос



Туманна

Рисунок А.2 Поліморфізм забарвлення шиншил



Бежевий рецесивний



Сапфір



Білий оксамит



Коричневий оксамит



Бежевий домінантний оксамит



Біло-рожевий

Рисунок А.3 Поліморфізм забарвлення шиншил



Біло-рожевий ебоні



Білий ебоні



Блакитний діамант



Блакитний діамант оксамитовий



Пастель

Рисунок А.4 Поліморфізм забарвлення шиншил



Оksamитова пастель



Гомозиготна пастель



Гомобежева пастель



Гомобежева оксамитова пастель



Оksamитовий сапфір



Білий сапфір

Рисунок А.5 Поліморфізм забарвлення шиншил



Сапфіровий ебоні



Оксамитовий фіолет



Бежевий фіолетовий оксамит



Білий фіолет



Фіолетово-білий оксамит



Гомобежевий фіолетовий



Фіолетовий гетеробоні



Оksamитовий гетеробоні

Рисунок А.7 Поліморфізм забарвлення шиншил