

# Охрана биологического разнообразия в условиях *ex situ*



ИЦиГ СО РАН, ФЕН НГУ      НОВОСИБИРСК, 2021

СМЫСЛОВОЕ ПРОСТРАНСТВО ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО  
РАЗНООБРАЗИЯ В УСЛОВИЯХ *EX SITU*

# **«ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА» И ОХРАНА БИОРАЗНООБРАЗИЯ**

**ТЕХНОЛОГИИ ВРТ  
ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ  
БИОРАЗНООБРАЗИЯ**

# ПРЕДПОСЫЛКИ, УГРОЗЫ И РИСКИ

## 1. «ШЕСТОЕ ВЫМИРАНИЕ»

1500 г исчезли 322 видов позвоночных животных.  
Странствующий голубь, тасманский тигр, дронг,  
стеллерова корова и т.д.

Самый последний - пресноводный дельфин байцзи.

## 2. НАИБОЛЕЕ УЯЗВИМЫЕ ТАКСОНЫ

Около 5.000 видов млекопитающих,  
примерно 1\5 требует охраны.

# Китайский речной дельфин

*Lipotes vexillifer*





# «КЛОНИРОВАНИЕ МАМОНТА», «ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫЙ ПАРК» И ПОДОБНЫЕ ПРОЕКТЫ



# *Ochrothomys nutalli* (Cricetidae)

## “Golden mouse”





**Что можно в принципе  
сохранять?**

**Что выбрать в качестве  
единицы сохранения  
генетического разнообразия?**

**1985—1995 гг**

наиболее подходящим  
объектом охраны  
является

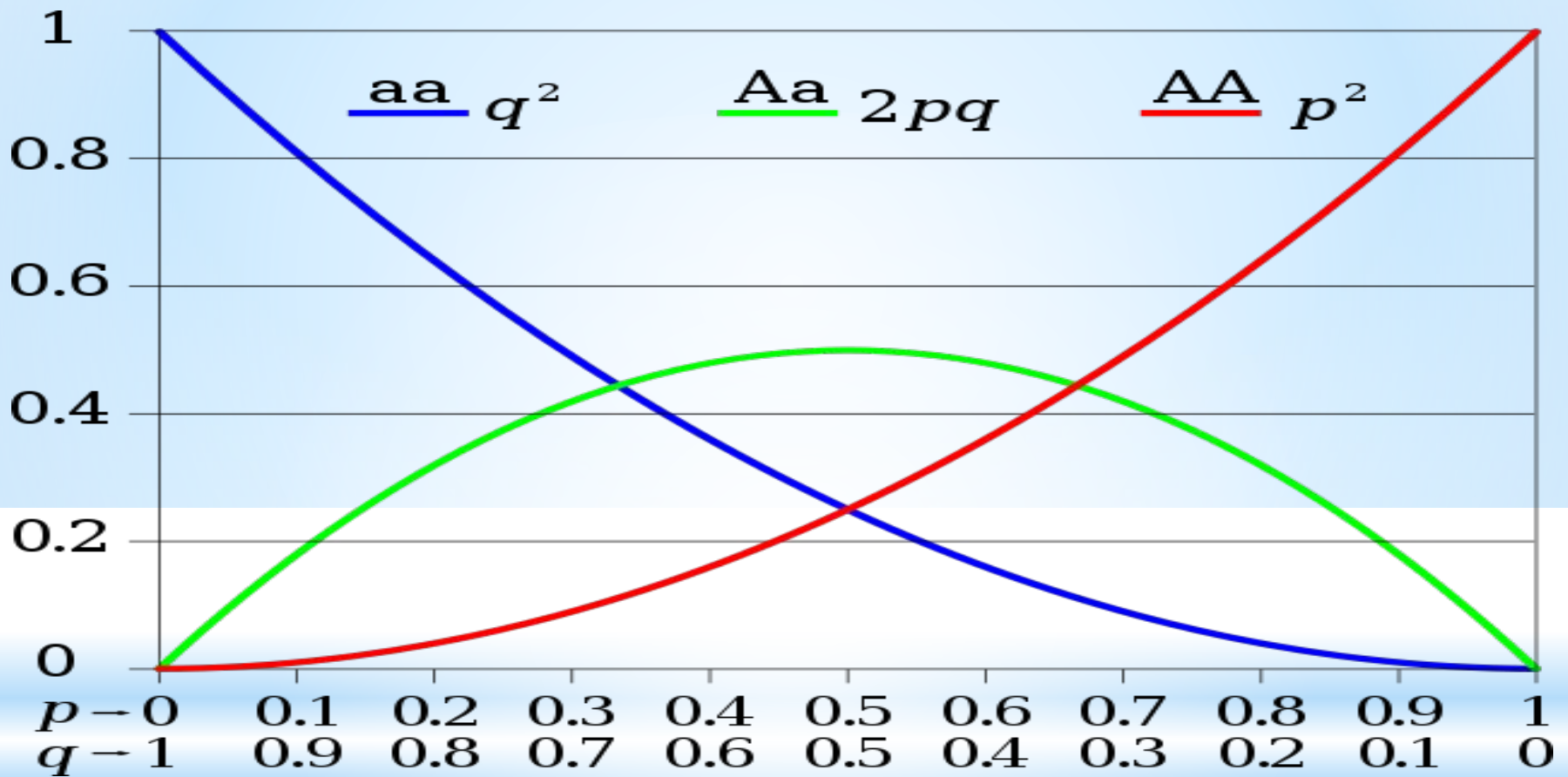
**популяция**

**а не биологический вид** 😞



Популяция — совокупность особей одного вида, обладающая общим **генофондом**, способная к более-менее устойчивому самовоспроизводству (как половому, посредством **панмиксии** в идеальном случае, так и бесполому), **относительно обособленная** (географически или репродуктивно) от других групп, с представителями которых (при половой репродукции) потенциально возможен **генетический обмен**.

# ЗАКОН ХАРДИ-ВАЙНБЕРГА



$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

- Популяция бесконечно большая
- Нет никакого отбора
- Нет мутационного процесса
- Нет рекомбинационного процесса
- Нет никакого переноса генов
- Отсутствует дрейф генов
- Все скрещивания случайны

**Увы, это идеальная популяция.  
Её не существует.**



**Возникают новые вопросы:**

**1. Как определить популяцию?**

**2. На какие признаки опираться при выборе сохраняем\пренебрегаем?**

**Что можно в принципе сохранить?**

**Что такое «сохранить» и «сохранять»?**

**3. Существуют ли готовые алгоритмы (или хотя бы «списки условий») сохранения генетического разнообразия в условиях *ex situ*?**

# Ограниченность возможностей генетического подхода

## 1. Важность сохранности биотопа

2. Трудность получения биологических образцов

3. Необходимость умерщвления животного

4. Трудоемкость и ресурсоёмкость генетического анализа

5. Элитарность современной генетики \*\*\*

6. Технократическое и утилитарно-позитивистское мышление «высокой биологии» \*\*\*

# Правило

50 / 500

ID

GD

Franklin, 1980; Soule, 1980



**1. Оценка построена на генетических моделях (модельные виды животных).**

**2. «Оценка недостаточно точная и математически, и статистически» (Lande, 1995).**

**3. При допущении влияния мутаций на инбридинг, GD-порог доходит до 5000 особей и выше.**

**4. Оценка для колониальных и социальных видов (общественные насекомые) в принципе мало реальна.**

## 4. Риск ложно-пессимистического прогноза “too small – to basket”

# Правило

**49** / 500



**ID**

**GD**





**Олень Давида (*Elaphurus davidianus*)**





**Лошадь  
Пржевальского  
(*Equus przewalski*)**

**Златобрюхий попугай**  
*(Neophema chrysogaster)*







**Черноногий хорек (*Mustella nigripens*)**



**Попробуем суммировать  
сказанное**

**1. Сохранение биологического разнообразия имеет смысл только на уровне популяций (или микро-популяций).**

**Именно популяция, а не вид, является экологической и эволюционной единицей.**

**2. Генетических факторов нет среди четырех главных причин вымирания (Evil Quartet): overkill, разрушение и фрагментация биотопов, влияние интродуцированных видов и вторичные или каскадные эффекты (Diamond 1989).**

Следовательно, хотя генетические факторы являются главными детерминантами долговременной жизнеспособности популяций, мы сделаем для угрожаемой популяции больше, если будем принимать **меры ближайшего временного масштаба**, управляя ее экологией.

Экологическое управление – наиболее дешевый и наиболее эффективный путь сохранить генетическое разнообразие.

**3. Консервационный подход *ex situ* предложен для сохранения биоразнообразия на уровне микро- и мезо-групп, вынесенных за пределы естественных местообитаний.**

Ранг, масштаб и степень эффективности подхода *ex situ* – поле непрерывных и горячих дискуссий. Однако, иногда подход работает исключительно эффективно

**IT REALLY WORKES!**



**4. Для редких и исчезающих видов позвоночных животных с хорошо изученной репродуктивной биологией**

**(либо имеющих надежную референцию к модельным или сельскохозяйственным видам)**

**вполне оправдано использование ВРТ даже при сильном снижении численности вида.**

**Проблема сохранения видов  
не имеет простых решений.**

**Каждый вид уникален.**

**Каждый пример сохранения –  
индивидуальный алгоритм.**

**Академик Борис Вепренцев, 1983**

**Попробуем  
самостоятельно назвать  
различные формы практик  
сохранения  
биоразнообразия в  
условиях *ex situ***

**1. Зоопарки (особенно  
«университетские зоопарки»)**

**~~2. Зверинцы !!!~~**

**3. Ботанические сады**

**4. Частные коллекции**

**5. Вольерные популяции**

**6. Криобанки**



**БАНК СЕМЯН НА ШПИЦБЕРГЕНЕ**

# **ХРАНИЛИЩЕ «СУДНОГО ДНЯ»**



**ПАУЗА**

**ТЕХНОЛОГИИ ВРТ  
ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКОГО  
РАЗНООБРАЗИЯ**

***В УСЛОВИЯХ EX SITU***



Роберт Эдвардс и Патрик Стептоу, 1978





**Анна МакЛаррен (1927-2007)**



**Эдинбургский университет,  
Шотландия**

**Академик Борис Вепринцев (1928-1990)**

**И его исследовательская группа  
(МГУ, ИБР РАН, Черногоровка, Пущино)**



**СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО  
РАЗНООБРАЗИЯ РЕДКИХ ВИДОВ  
ЖИВОТНЫХ**

**ПРИМЕНЕНИЕ КРИОКОНСЕРВАЦИИ,  
МЕТОДОВ ПОПУЛЯЦИОННО-  
ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА  
И БИОЛОГИИ РАЗВИТИЯ**



АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ИНСТИТУТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ



М.Н. ЗУБИН, Б.Н. ВЕПРИНЦЕВ

ХИМЕРЫ МЫШЕЙ.  
МЕТОДЫ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

КОНСЕРВАЦИЯ  
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

ПУЩИНО • 1988

**БИОЛОГИЯ**  1985/1  
ПОДПИСНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

Б.Н. Вепринцев  
Н.Н. Ротт

ПРОБЛЕМА  
СОХРАНЕНИЯ  
ГЕНОФОНДА



**ЗНАНИЕ**

НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ







# Черноногий хорек





**РЕПРОДУКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Выделение семени

Вымывание кумулюс-оцитных комплексов

Вымывание преимплантационных эмбрионов

оттаивание

Криоконсервация гамет и преимплантационных эмбрионов

оттаивание

Дозревание ооцитов *in vitro*

Экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО)

Интрацитоплазматическая инъекция селективных по морфологии сперматозоидов (ИМСИ)

Интрацитоплазматическая инъекция сперматозоида (ИКСИ)

Культивирование эмбрионов *in vitro*

факторы роста

Искусственное осеменение

Трансплантация эмбрионов

# Метод экстракорпорального оплодотворения (ЭКО)



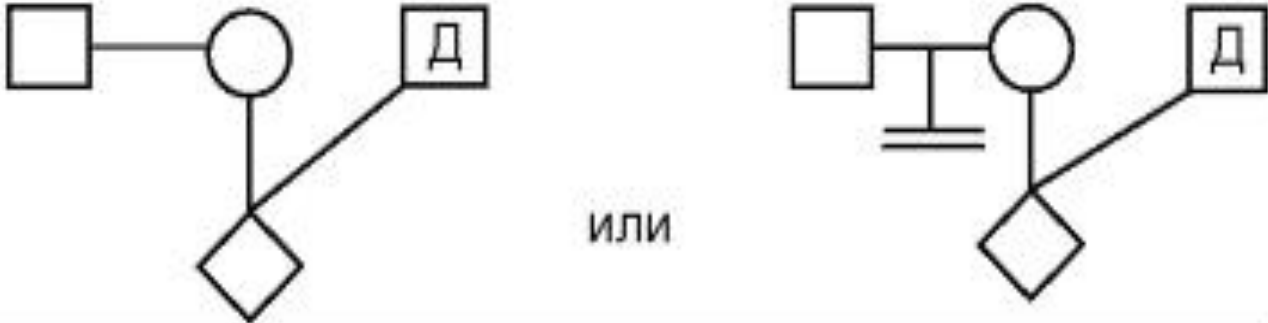
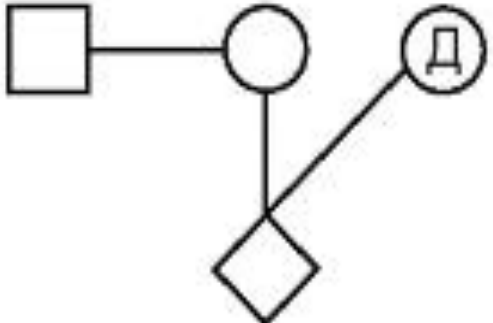
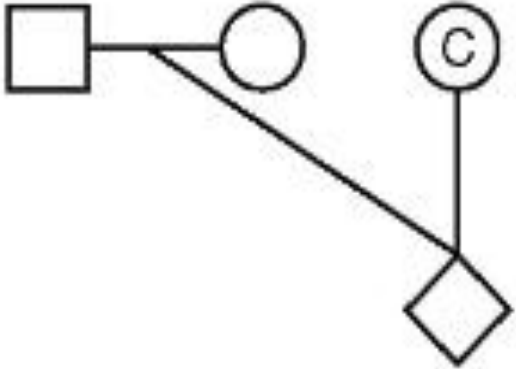


# Вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ)

**ART** - Assisted reproductive technology

- **IVF** - In vitro fertilization
- **ICSI** - Intracytoplasmic single sperm injection
- **GIFT** - Gamete intrafallopian transfer
- **PROST** - Pronuclear stage tubal transfer
- **TET** - Tubal embryo transfer
- **ZIFT** - Zygote intrafallopian transfer
- **GUT** - Gamete uterine transfer
- **POST** - Peritoneal ovum and sperm transfer
- **THI** - Therapeutic husband insemination,
- **TDI** - Therapeutic donor insemination
- **IUI** - Intrauterine insemination
- **SUZI** - Subzonal insemination



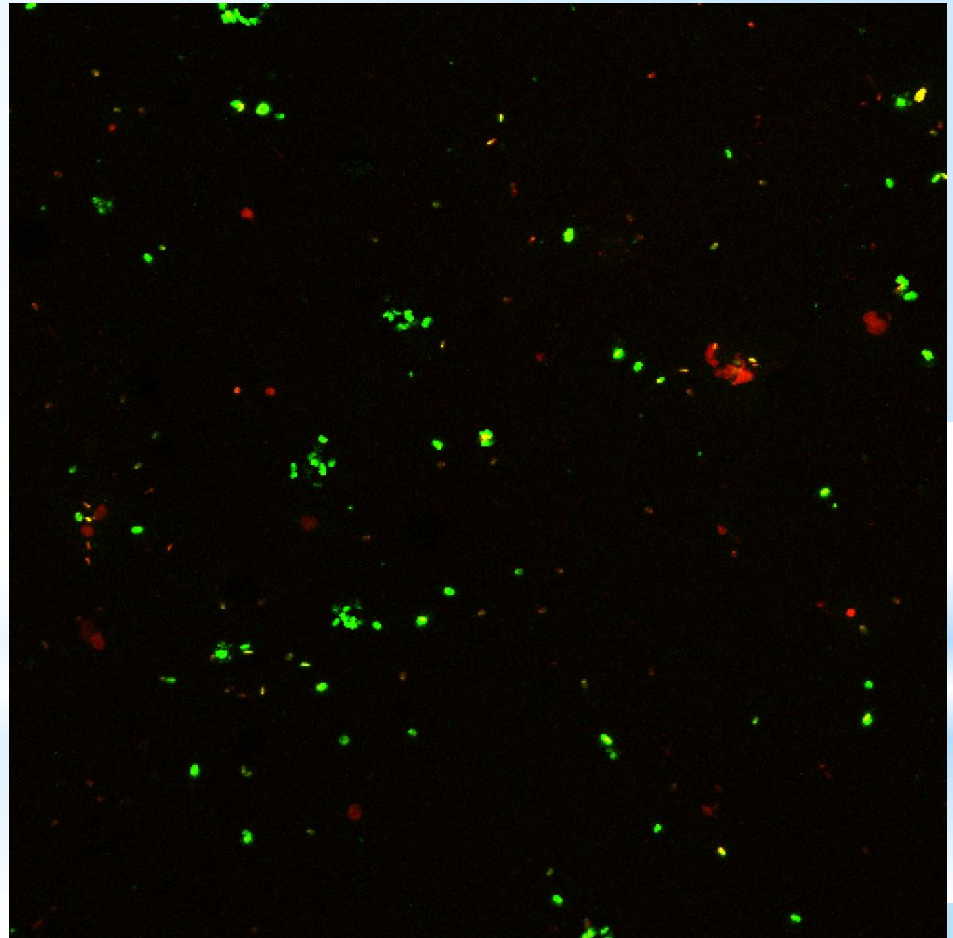
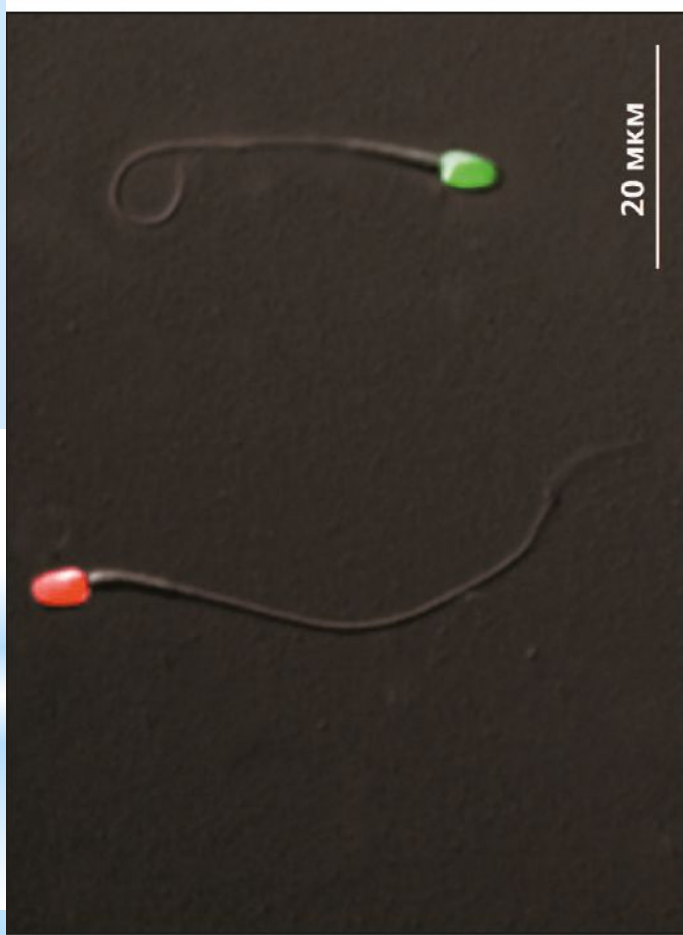
<p>1. Донорство спермы</p>	 <p>или</p>
<p>2. Донорство яйцеклеток</p>	
<p>3. Суррогатное материнство и донорство яйцеклеток</p>	

# КРИОБАНК ГАМЕТ И ЭМБРИОНОВ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ



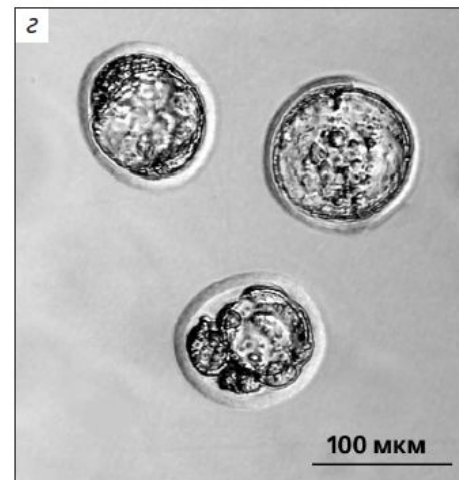
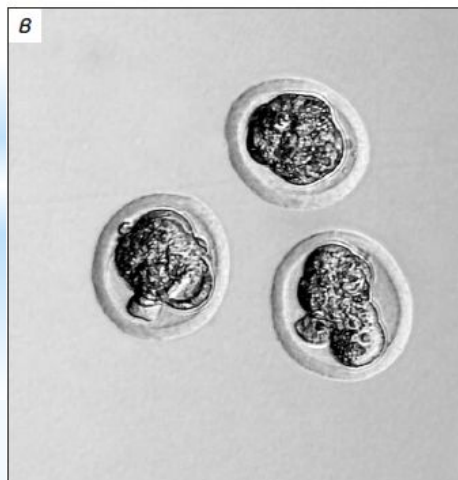
# «ЗОЛОТОЙ СТАНДАРТ»

## ПРОВЕРКА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ГАМЕТ ПОСЛЕ КРИОКОНСЕРВАЦИИ



# «ЗОЛОТОЙ СТАНДАРТ»

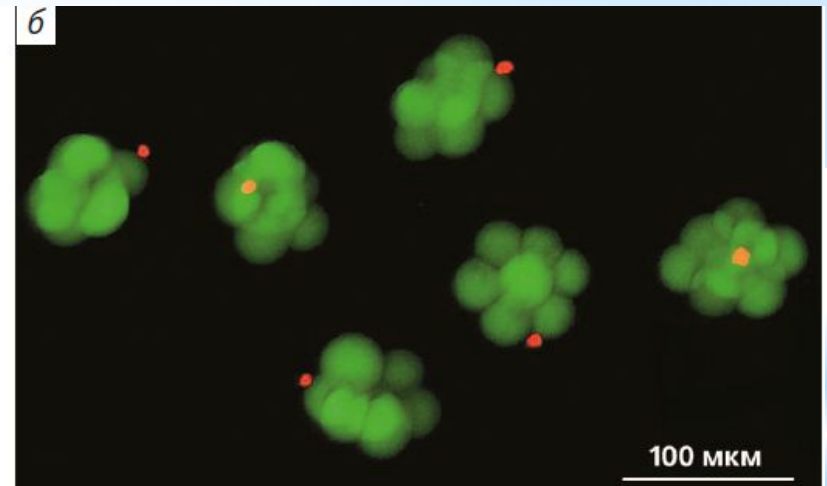
## ПРОВЕРКА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ЭМБРИОНОВ ПОСЛЕ КРИОКОНСЕРВАЦИИ, КУЛЬТИВИРОВАНИЕ *IN VITRO*





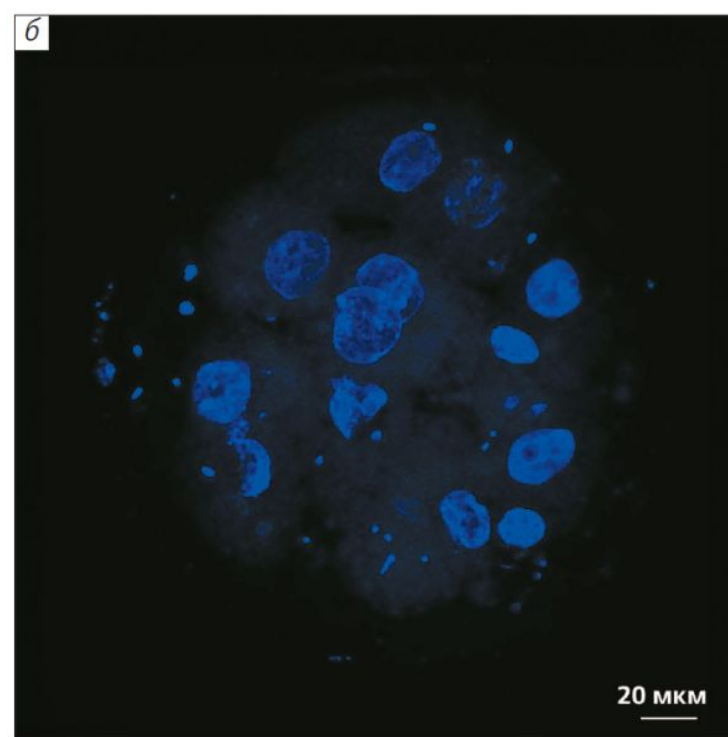
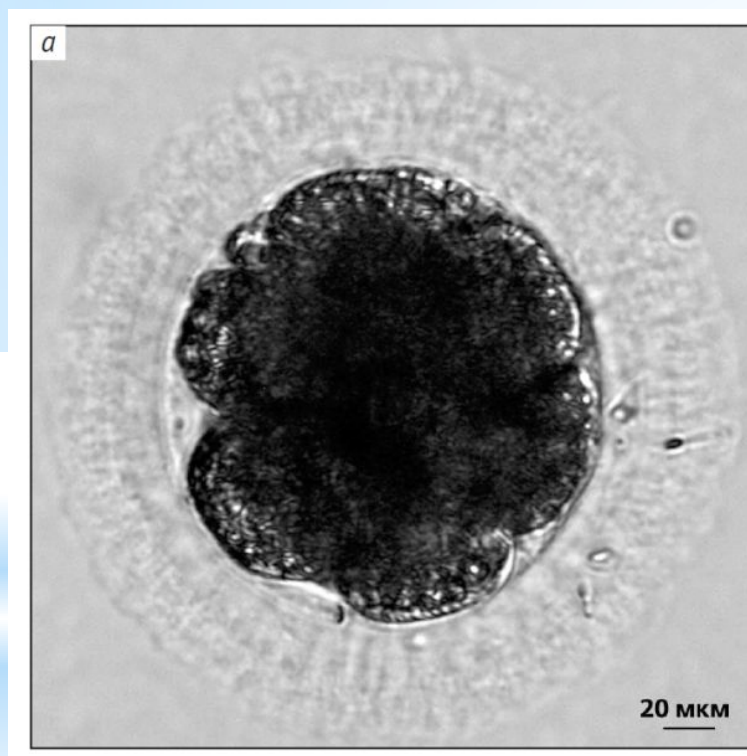
# «ЗОЛОТОЙ СТАНДАРТ»

## ПРОВЕРКА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ЭМБРИОНОВ ПОСЛЕ КРИОКОНСЕРВАЦИИ, ПРИЖИЗНЕННАЯ ОКРАСКА



# «ЗОЛОТОЙ СТАНДАРТ»

## ПРОВЕРКА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ЭМБРИОНОВ ПОСЛЕ КРИОКОНСЕРВАЦИИ, СОХРАННОСТЬ ХРОМАТИНА



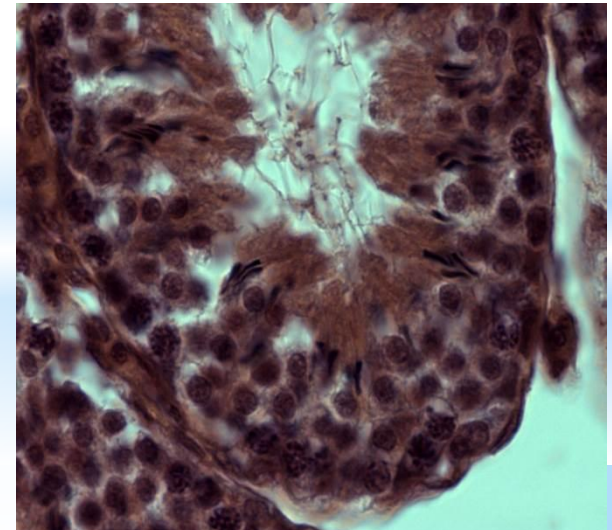
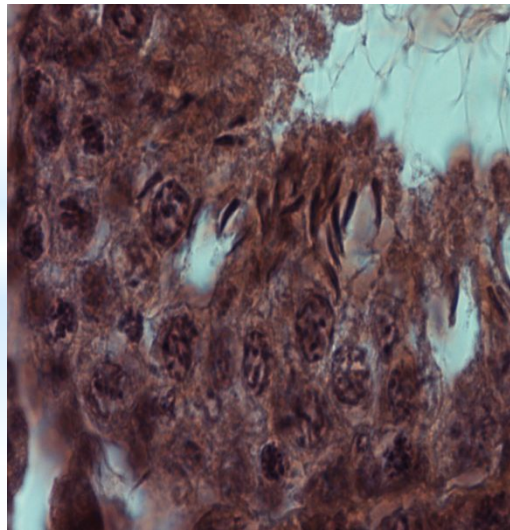
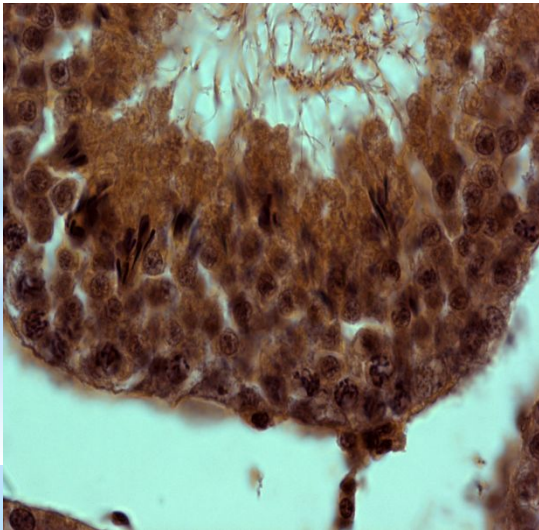
# **ГИБРИДНАЯ ТРАНСПЛАНТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ**



**Хомяк кэмпбела**

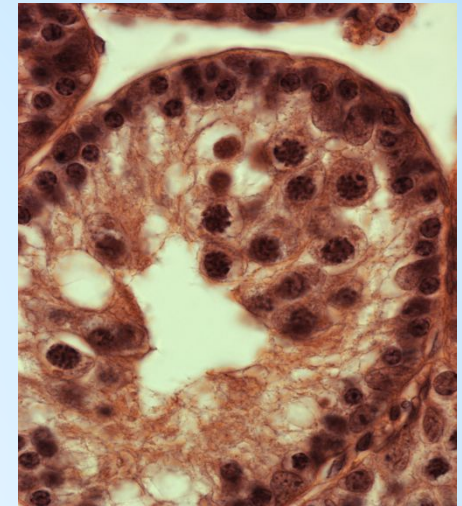
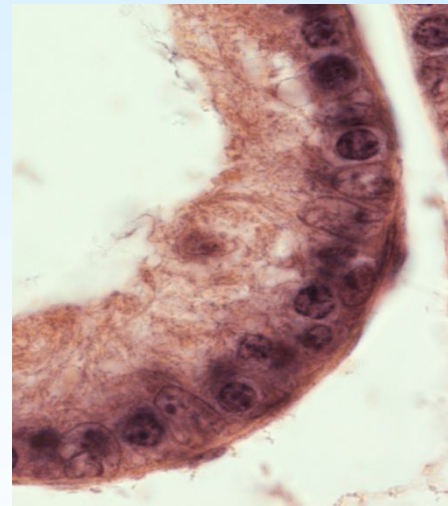


**Хомяк джунгарский**

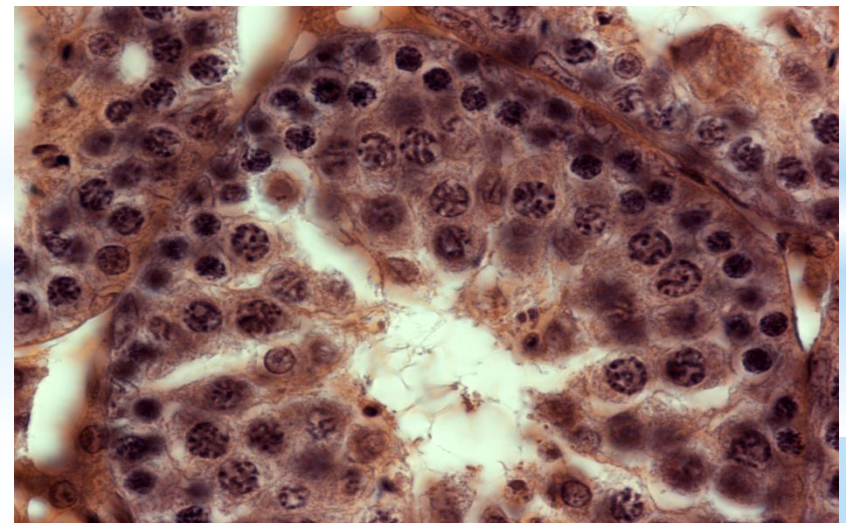
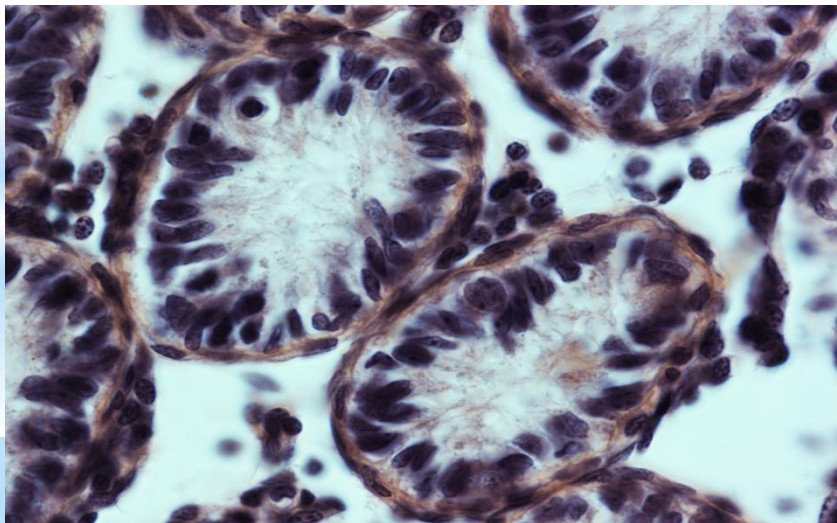


**Структура стенки семенного канала**





**F1 гибридные САМЦЫ стерильны**



# **F1 гибридные САМКИ высоко-фертильны**



**ГИБРИДНАЯ ТРАНСПЛАНТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ**



# ГИБРИДНАЯ ТРАНСПЛАНТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ



**Mustela lutreola --- Mustela putorius furo**

# ГИБРИДНАЯ ТРАНСПЛАНТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ (*PRYONAILURUS* --- *FELIS CATTUS*)





# О ЧЕМ ГОВОРЯТ ЭТИ УСПЕШНЫЕ ПРОЕКТЫ?

Для редких и исчезающих видов позвоночных животных с хорошо изученной репродуктивной биологией

(либо для диких видов, имеющих надежную референцию к модельным или сельскохозяйственным видам)

**вполне оправдано использование ВРТ**  
даже при сильном снижении численности вида.

**IT REALLY WORKES!**

**Проблема сохранения видов  
не имеет простых решений.**

**Каждый вид уникален.**

**Каждый пример сохранения –  
индивидуальный алгоритм.**

**Академик Борис Вепренцев, 1983**

