

И.А.Захаров-Гезехус, Ю.А.Столповский

Генетические принципы сохранения генофондов доместицированных видов ЖИВОТНЫХ

*Институт общей генетики им.
Н.И.Вавилова РАН*

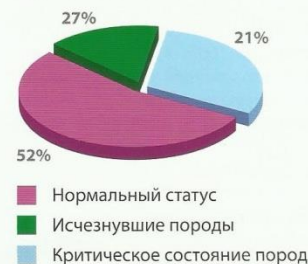
каждую неделю в мире исчезает
примерно 2 породы
одомашненных животных.



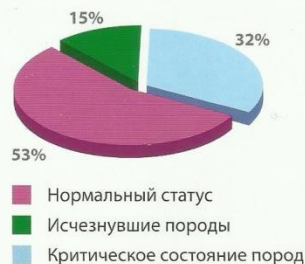
Негативные процессы в отечественном животноводстве происходят вопреки утвердившемуся в международной практике правилу – необходимо сохранять и поддерживать собственные породы внутри культурно-географических сельскохозяйственных регионов на уровне, способном гарантировать удовлетворение продовольственных потребностей человечества, как в настоящем, так и в будущем.

Состояние породного разнообразия в Российской Федерации среди основных одомашненных видов

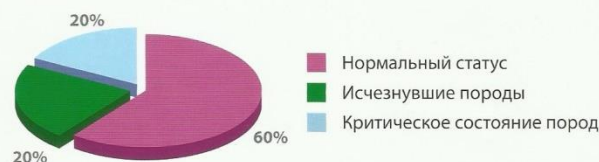
Крупный рогатый скот



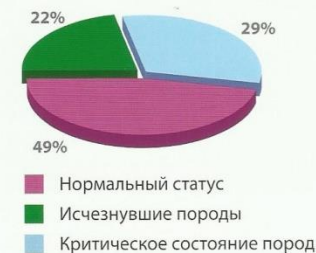
Овцы



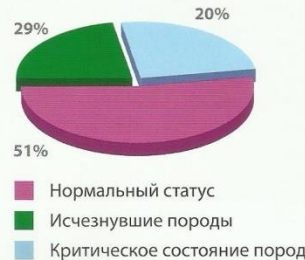
Козы



Лошади



Свиньи



Порода - это носитель уникальных аллелей и генных комплексов, сложившихся в результате подчас многовековой селекции и естественного отбора в особых условиях среды.

Каждая порода уникальна и при ее потере не воспроизводима.

В 1980 году в бывшем СССР по инициативе академика Д.К. Беляева на территории Горного Алтая (Шебалинский район, с. Черга) было организовано Алтайское экспериментальное хозяйство, где планировалось собрать коллекцию редких пород животных и перспективных для доместикации и гибридизации представителей диких видов.



Коллектив и научные работы сектора акклиматизации, доместикации и гибридизации ИЦиГ СО АН



За время существования Чергинской лаборатории ИЦиГ СО РАН, организованной Д.К. Беляевым, подготовлены и защищены четыре научные работы:

1. Столповский Ю.А. «Популяционно-генетические основы сохранения ресурсов генофондов доместичированных видов животных» (д.б.н.)
2. Кузнецов С.Б. «Биохимические маркеры в таксономии и популяционной генетике гусей родов Anser и Branta» (к.б.н.)
3. Шаршов А.А. «Хромосомные наборы ряда видов домашних и диких парнокопытных Горного Алтая» (к.б.н.)
4. Земиров Ю.С. «Энтомозы овец Горного Алтая» (к.в.н.)

Серый степной скот в Черге



Поголовье серого степного скота в начале XX века насчитывало несколько миллионов голов. Стадо в Черге – сейчас единственное в РФ.



ПОЧЕМУ НАДО СОХРАНЯТЬ ПОРОДЫ:

1. Экономико-биологические аргументы.

1.1. Требования к сельскохозяйственным животным изменчивы и непредсказуемы. Это касается, прежде всего, продуктов животноводства (изменения вкусов, знаний о полезности пищи; новые виды продуктов, одежды, взаимодействие цен на продукты; мода и т.д.), изменений в управлении (новые методы; механизация) и обеспечении животноводства (регуляция зоогигиенических параметров; новые виды кормов), изменения гигиенических и климатических условий (новые виды болезней, вакцины; изменения внешней среды).

1. Экономико-биологические аргументы.

1.2. Сохранение местных пород в качестве резервных популяций необходимо для преодоления возможных селекционных лимитов.

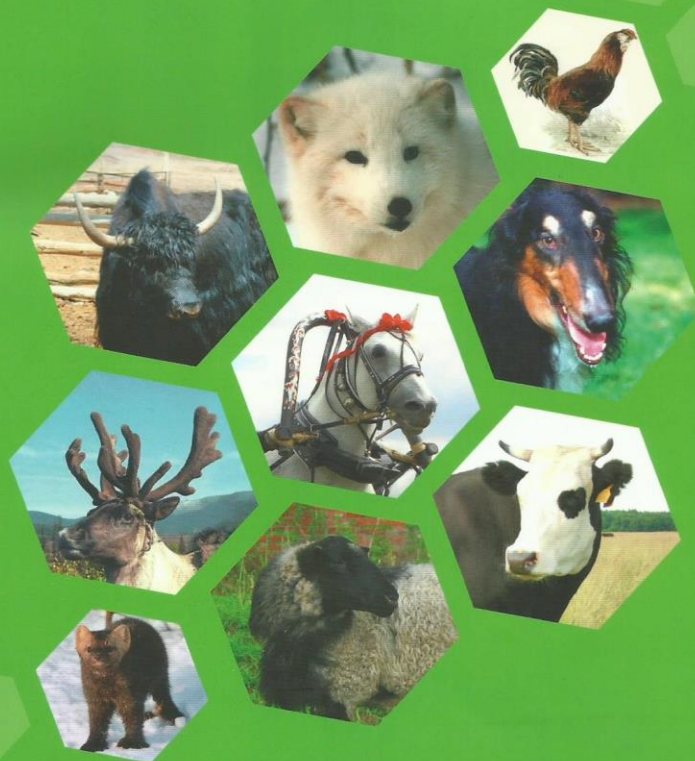
2.Научные аргументы.

2.1. Исследования в области генетики, физиологии, биохимии, иммунологии, морфологии и т.д. требуют сохранения и поддержания большего разнообразия среди животных. При этом важно сохранить не только уникальные гены (аллели), но и генные комбинации.

2.2. Изучение локальных пород может вскрыть механизмы процессов эволюции, онтогенеза, поведения, естественного и искусственного отбора.

3. Культурно-исторические аргументы.

3.1. Местные породы справедливо рассматриваются как элементы культурного наследия, ценные памятники природы и культуры. Они могут быть использованы как исследовательский и учебный материал в истории и этнографии.



Ю.А. Столповский, И.А. Захаров

**Генофонды
отечественных пород**
— национальное богатство России

Москва 2007

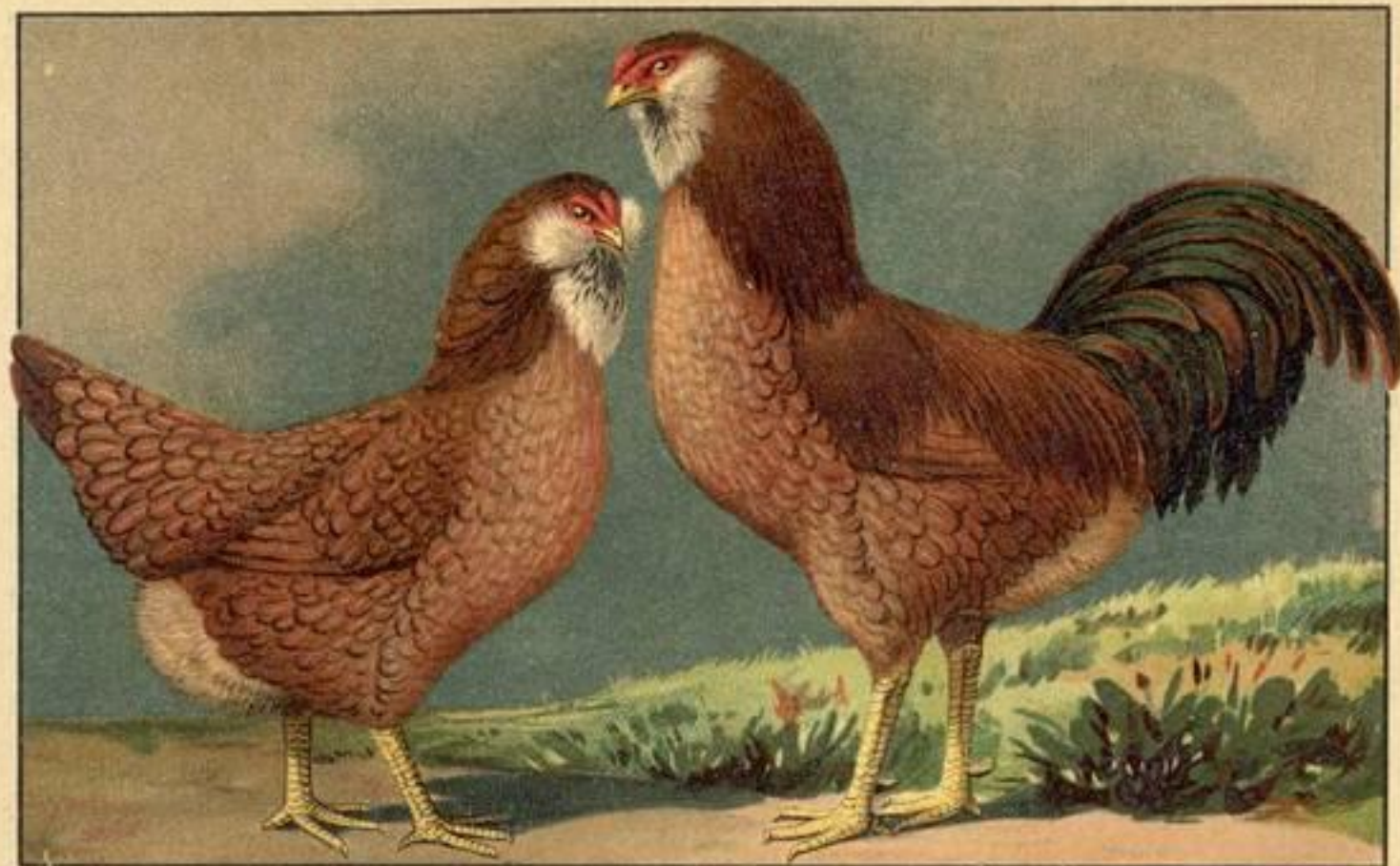
**Генофонды
отечественных
пород — это
национальное
богатство
России**

ОРЛОВСКАЯ ПОРОДА ЛОШАДЕЙ



- - один из примеров породы как памятника культуры

Орловская порода кур



Сохраняемая любителями орловская порода кур



Во многих странах местные породы лошадей не только не исчезли, но и стали национальными символами:

Финская лошадь - национальный
символ в Суоми

Исландская - Исландии

Арабская - арабские страны

Ахалтекинская - Туркменистан

При сохранении, как видов, так и пород трудно (прежде всего, по экономическим причинам) поддерживать высокую численность популяции. Малые же численности ведут, по крайней мере, к трем опасным последствиям: первое — это снижение аллельного разнообразия, утрата полиморфизма популяции в результате генетического дрейфа; второе — инбредная депрессия, снижающая жизнеспособность и в перспективе могущая привести к вымиранию популяции; третье — это возрастание угрозы вымирания в силу внешних случайных причин: эпизоотий, стихийных бедствий, неправильных административных решений. Во всех случаях приходится искать разумный компромисс между возможной экономической пользой сохранения популяции (вида, породы) и затратами на поддержание ее необходимой численности.

Попытки сохранить породу в малом числе особей (например, 10) вероятнее всего окажутся безуспешными.

Разделение популяции на несколько субпопуляций (т.е. содержание породы не в одном, а в нескольких генофондных хозяйствах или фермах) не только снизит вероятность ее потери от случайных причин, но и обеспечит сохранение внутрипопуляционного генетического разнообразия.

Расчеты необходимой численности при сохранении породы:

для кур – 50 петухов и 250 кур (панмиктическая популяция),
для КРС – 10 быков и 50-60 коров (плановые скрещивания),
для свиней - 25 хряков и 100 свиноматок (плановые скрещивания), для овец - 12-25 баранов и 100-250 овцематок (плановые скрещивания).

Очевидно, что сохранение большого числа исчезающих пород - задача экономически дорогостоящая и требующая систематического проведения объемной научно-исследовательской работы. Из этого следует, что первым этапом в решении данной комплексной задачи должна быть разработка системы генетического мониторинга, которая позволила бы осуществить каталогизацию генетических ресурсов, создание и анализ компьютерных банков данных, именно на этой основе возможно принятие научно и экономически обоснованных решений о том, что, в какой форме, объеме, и в какой последовательности необходимо сохранять.

С нашей точки зрения именно с помощью молекулярно-генетических методов исследования генофондов возможно получить научное обоснование для сохранения той или иной породы, так как появится возможность определить ее уникальность, генетическую ценность и потенциал.

Генофондные хозяйства

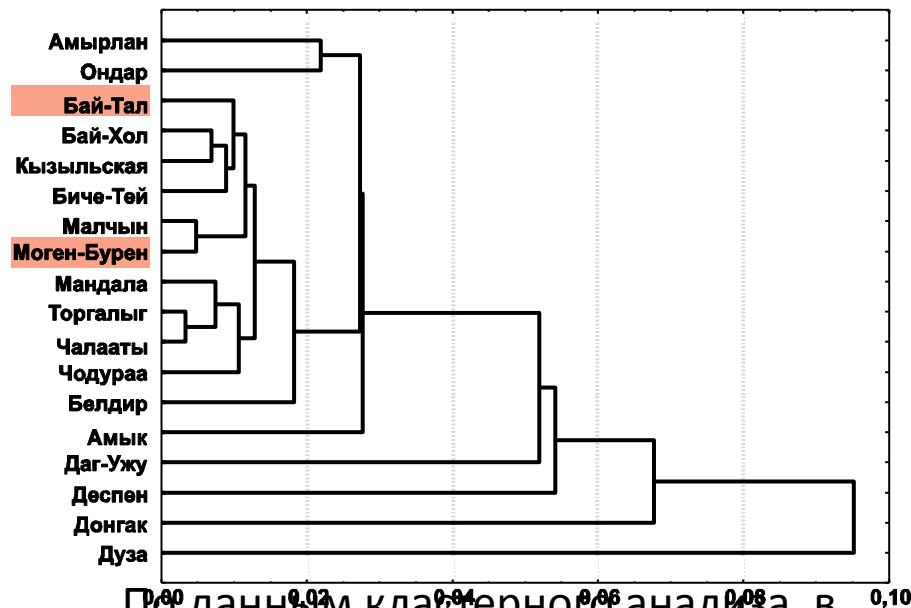
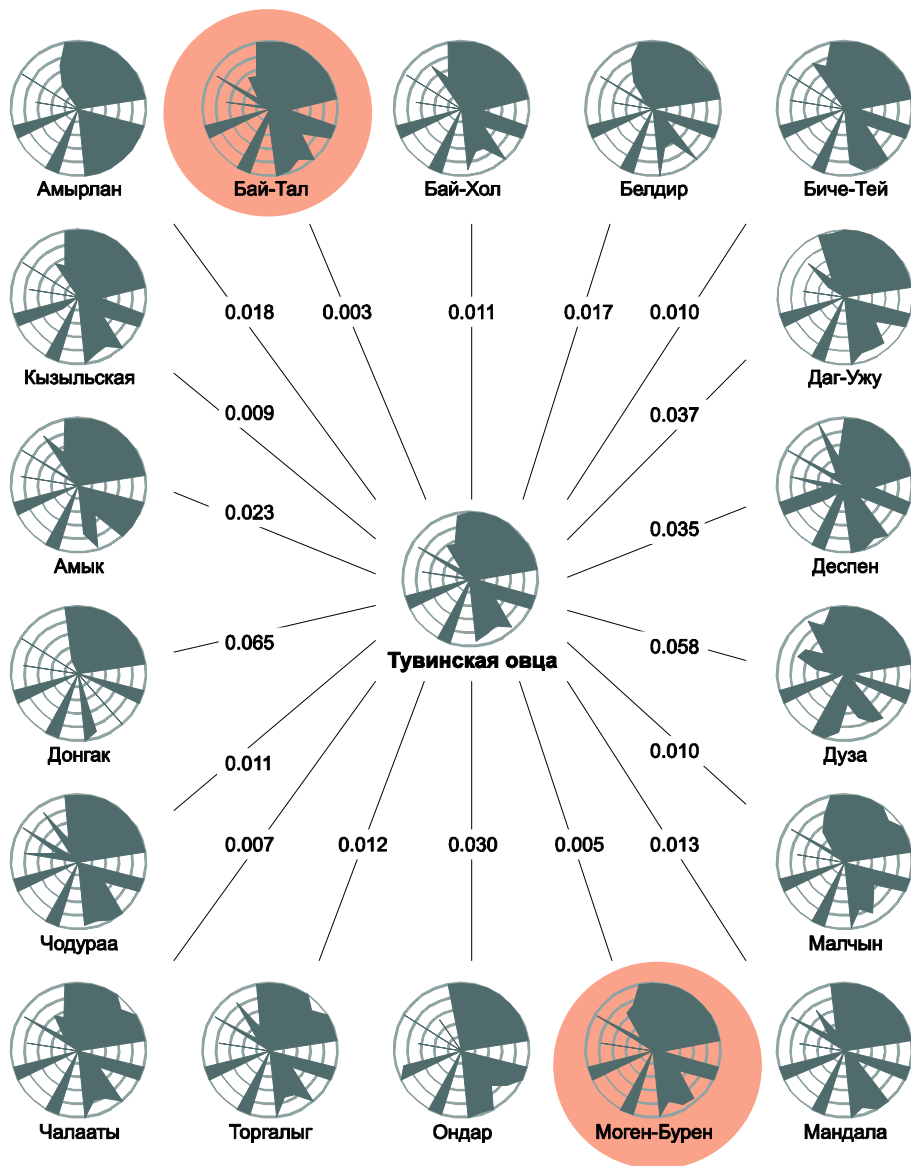
Около 70 хозяйств было
исследовано сотрудниками
лаборатории ИОГен РАН, из них
большинство получили статус
генофондных.

В основном это хозяйства из Тувы,
которые разводят яков, овец, лошадей
и одно хозяйство верблюдов.

Один из примеров – изучение хозяйств, разводящих
тувинскую овцу



Тувинская овца (ТО)



По данным кластерного анализа, в современной популяции тувинской овцы наиболее типичные животные сосредоточены в хозяйствах: ГУП «Бай-Тал» (генетическое сходство с усредненным генофондом тувинской овцы составило 0,997), ГУП «Моген-Бурен» (0,995)

Стольников Ю.А., Кол Н.В., Евсюков А.Н., Рузина М.Н., Шимиит Л.В., Сулимова Г.Е. Анализ генетической структуры популяций тувинской короткожирнохвостой овцы с использованием метода ISSR-PCR на примере // Генетика. 2010. № 12.

Помимо поддержания редких пород в генофондных хозяйствах и коллекционных фермах, следует указать и на другие возможности сохранения их генофондов. Например, учреждение зон традиционного аграрного хозяйствования, с соответствующей экономической компенсацией, которая предотвратила бы внедрение сюда новых пород животных (и, вероятно, сортов растений).

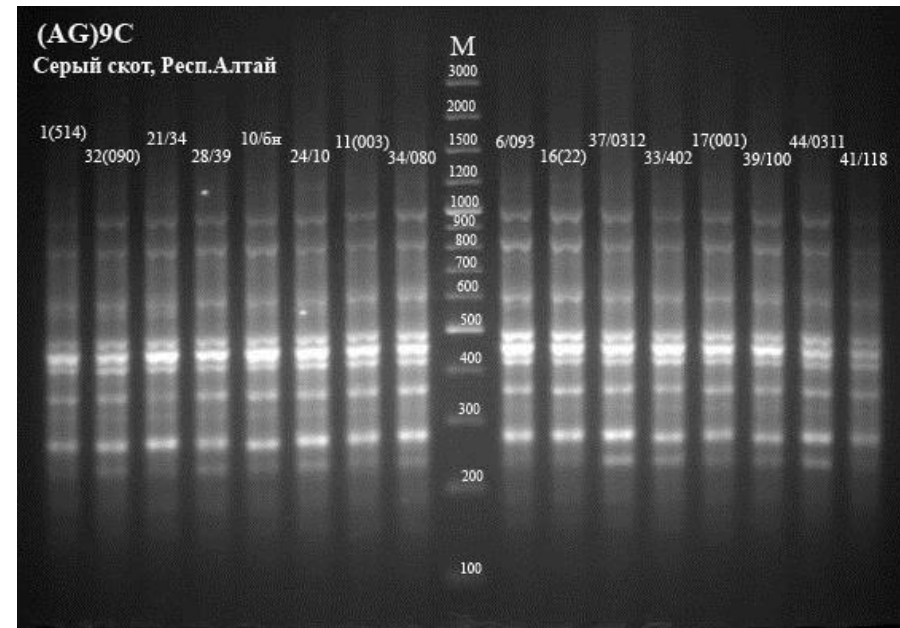
Лошади в Горном Алтае



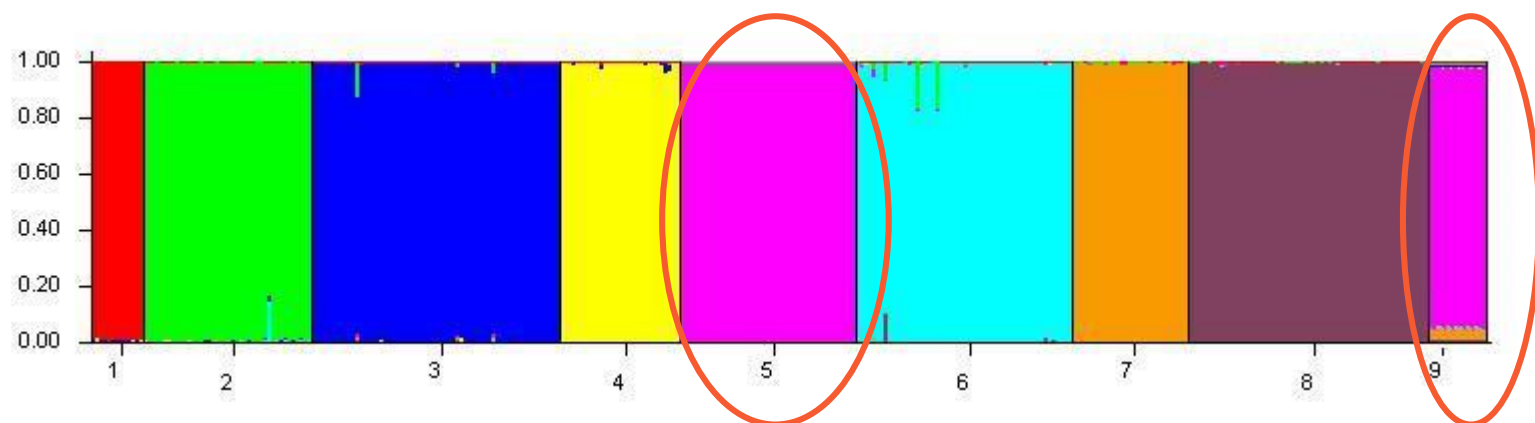
Для характеристики генофондов
пород могут использоваться:
полногеномное секвенирование;
секвенирование мтДНК;
секвенирование отдельных генов;
микросателлитный анализ;
анализ межмикросателлитного
полиморфизма

ISSR-маркеры - подтверждение уникальности Серого степного скота (ССС)

- Поиск геномных участков, полиморфизм которых наиболее эффективно будет отражать динамические генофондные процессы
- Оценка полиморфизма по ISSR с целью разработки такой характеристики, которая позволит судить о наличии «оптимума» гетерозиготности в генофонде, вида, породы, популяции
- Выполнен сравнительный анализ по 102 локусам, в качестве праймеров использовали 4 тринуклеотидных $(ACC)_6G$, $(GAG)_6C$, $(AGC)_6G$ и $(CTC)_6C$ и два динуклеотидных праймера $(AG)_9C$ и $(GA)_9C$
- Из **102 локусов** 58 (57%) полиморфные
- Консервативный праймер $(GA)_9C$, наиболее изменчив $(ACC)_6G$ (обнаружены отличия между быками и коровами СССР)
- В спектрах наблюдали от 8 до 32 ампликонов
- Усредненные по спектру каждого праймера значения полиморфного информационного содержания (PIC) по локусам спектра варьировали в пределах от 0 до 0,300



Определение принадлежности к породе из анонимной выборки особей разных пород с помощью искусственно созданной матрицы на основе породоспецифического паттерна с помощью программы Structure на основании данных ISSR-PCR анализа



1-Голштино-Фризская

2-Черно-пестрая

3-Ярославская

4-Якутская

5-Серая степная

6-Бестужевская

7-Калмыцкая

8-Костромская

9- Искусственно созданная матрица на основе породоспецифического паттерна серой степной породы

ОЦЕНКА ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ РОМАНОВСКОЙ ПОРОДЫ МЕТОДОМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ ISSR-АНАЛИЗА

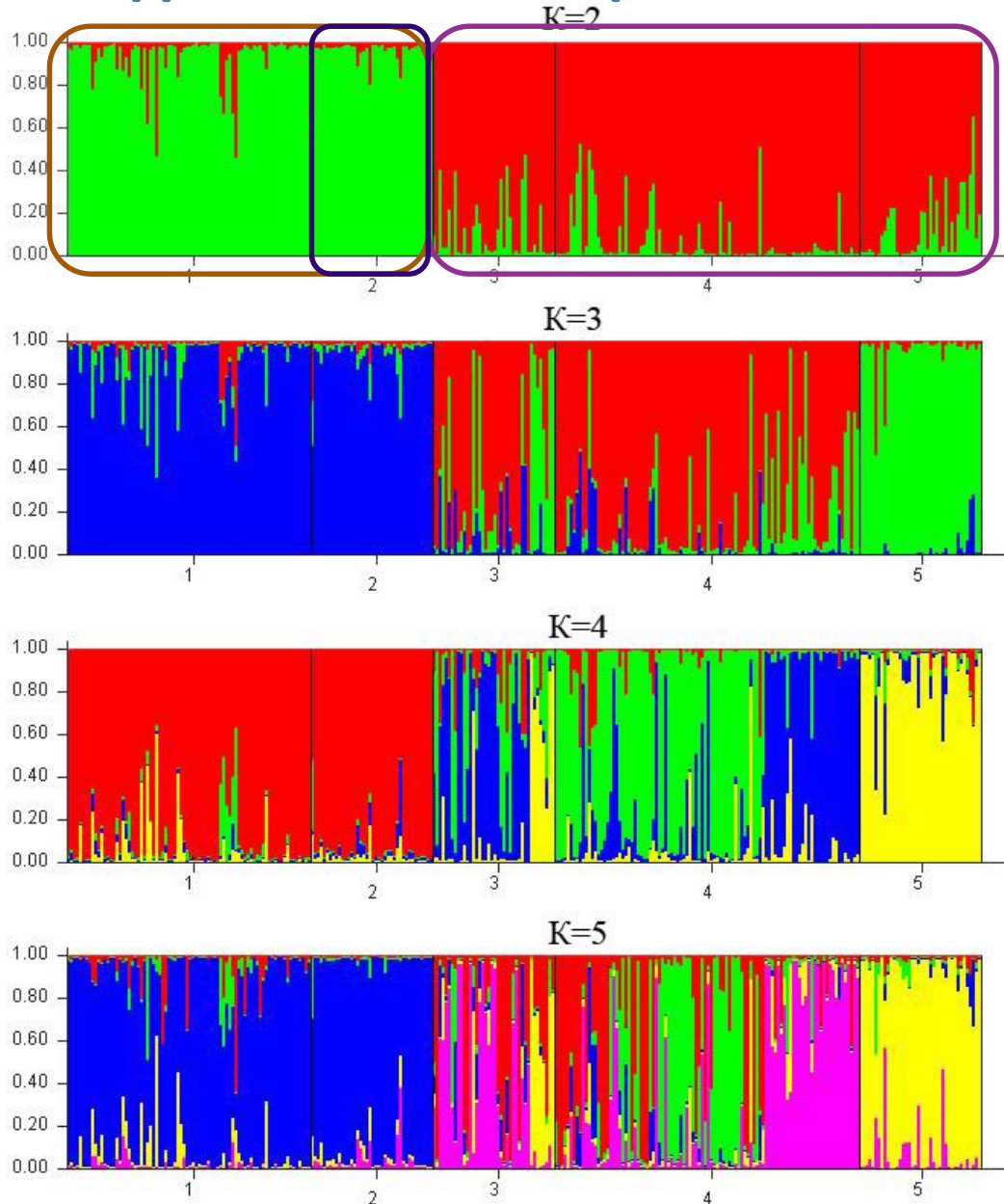
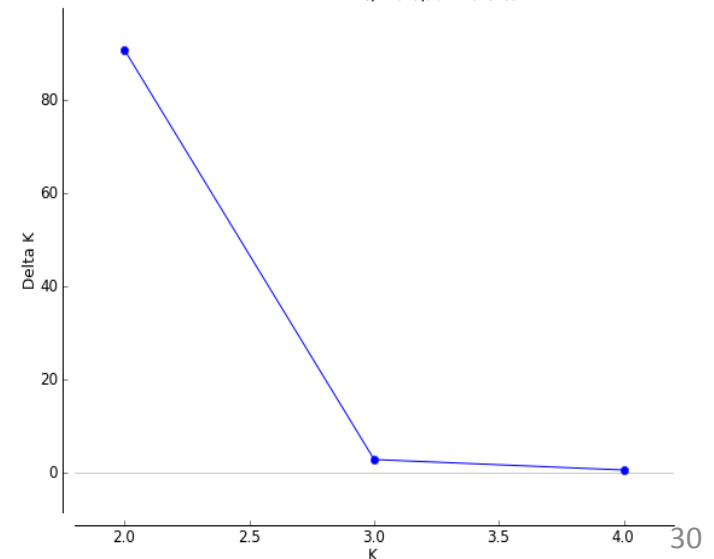


Рисунок. Кластеризация популяций романовской породы овец на основе популяционно-статистической обработки данных ISSR-фingerprintинга с использованием программы STRUCTURE 2.3.4.

1 – Авангард,
2 – Земледелец,
3 – Дружба,
4 – Заречье,
5 – Красный Перекоп

График параметра дельта К в зависимости от числа кластеров

$$\Delta K = \frac{\text{mean}(|L''(K)|)}{\text{sd}(L(K))}$$



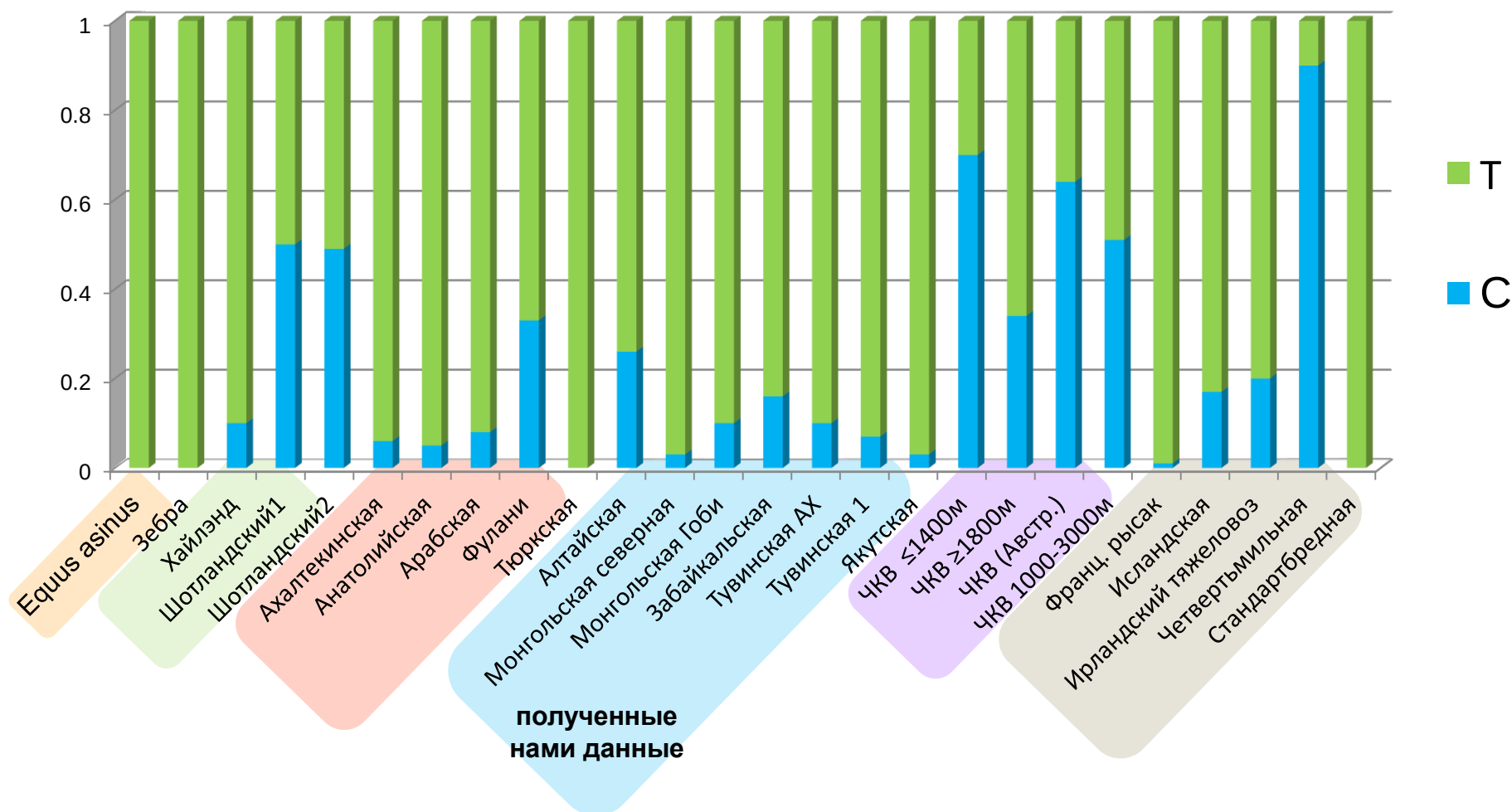
уникальные аллели в популяциях (породах) лошадей

Изучение частоты встречаемости однонуклеотидной замены (g.66493737C>T) в первом интроне гена миостатина (*MSTN*)

- Hill et al. Обнаружили новую однонуклеотидную замену в первом интроне гена миостатина, достоверно ассоциированную ($P=4.85 \times 10^{-8}$) с лучшими показателями среди выигравших элитных английских чистокровных лошадей.
- Анализ последовательностей в области SNP g.66493737C>T показал, что различные нуклеотидные замены могут приводить к появлению предположительного сайта связывания транскрипционного фактора Nobox C8/Nox-3alpha и/или разрушению предполагаемых сайтов связывания транскрипционных факторов DLX3, E2F и Pdx1



Частота встречаемости замен С и Т в локусе g.66493737C>T в интроне гена миостатина у различных представителей рода лошадиных



Частоты генотипов гена миостатина (*MSTN*) в различных выборках лошадей



Впервые у аборигенных пород лошадей продемонстрировано наличие С-варианта однонуклеотидной замены (SNP: g.66493737C/T) в первом интроне гена миостатина, ассоциированного с высокими скоростными качествами лошадей, с частотами от 0,03 до 0,26 (средняя частота 0,11), хотя в естественной среде для лошадей более важным качеством является выносливость, а не скоростные качества.

Генетическое уничтожение аборигенных пород (местных популяций) –

**«сознательное» - поглощающие
скрещивания для «улучшения»;
бессознательное, завоз
животных из других регионов**

КРС.

Исчезли, были поглощены: великорусский
скот, юринская, восточно-финская,
лебединская, красная тамбовская породы

На грани исчезновения: красная
горбатовская, тагильская, серая
украинская, бестужевская...

Овцы:

Практически исчезли: асканийская, вятская,
красноярская тонкорунная, кулундинская,
кучугуровская, русская длинношерстная и
др.



Тувинская овчарка – в Туве практически исчезла к началу XXI века в результате завоза беспородных собак

Восстановление породы в Москве



Щенки –
основатели
московской
популяции, приве-
зенные из Тувы

Тувинская овчарка на выставке в Москве



В настоящее время 112 стран заявили, что они уже подготовили или планируют подготовить национальные стратегии и планы действий в области генетических ресурсов животных (<http://www.fao.org/publications/e-book-collection/en/>).

Одним из существенных препятствий в развитии отечественного животноводства является отсутствие современной доктрины по сохранению собственных ресурсов, тесно увязанной с доктриной продовольственной безопасности государства, культурой, традиционным животноводством и биоорганическим сельским хозяйством

Лаборатория сравнительной генетики животных ИОГен РАН





Исследования по генетике и эволюции сельскохозяйственных животных были начаты в Академии наук СССР, в ИГен АН, руководимым Н.И.Вавиловым

Янис Янович Лус — организатор
и заведующий отделом генетики
животных Института генетики
АН СССР, 1930-1941 гг.
исследователь генетического
разнообразия
сельскохозяйственных животных



Благодарим за внимание!

