

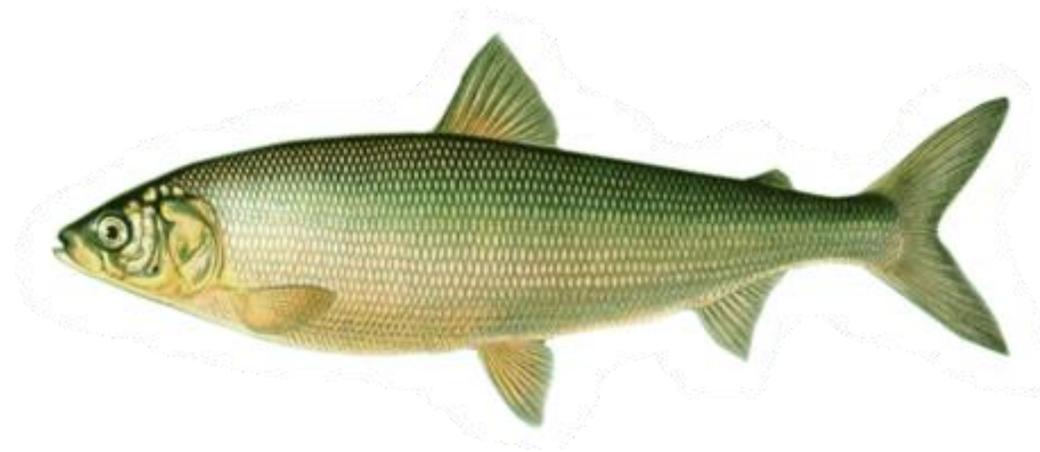


# Исследование влияния температурной адаптации на иммунные и стрессовые реакции байкальского сига (*Coregonus baikalensis*) с использованием транскриптомного анализа

Докладчик: Епифанцев Александр Алексеевич  
Бакалавр 4 года обучения биолого-почвенного факультета  
Иркутского государственного университета

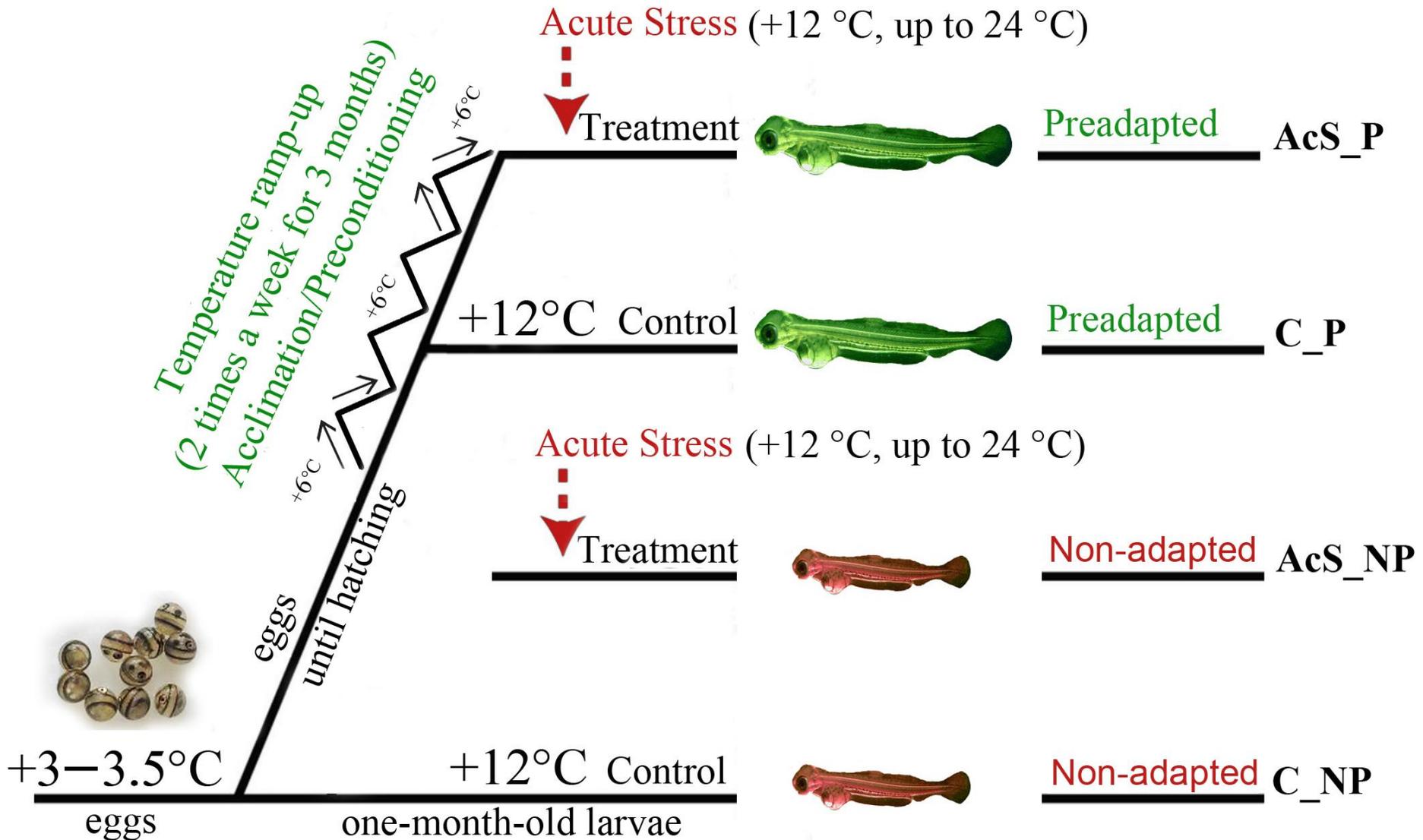
**А. А. Епифанцев, Е. А. Вахтеева, А. Г. Королева, Т. В. Сидорова, С. А. Потапов, Л. В. Суханова, О. Ю. Глызина, В. М. Черезова, Ю. П. Сапожникова**

- **Модельный объект:** Байкальский сиг (*Coregonus baicalensis*), социально-экономически значимый вид Байкальского региона



- **Объект исследования:** 53 особи байкальского сига, инкубированных в аквакультуре.
- **Цель исследования:** изучение влияния тепловой преадаптации икры и последующего острого теплового стресса на транскрипционные изменения у личинок термочувствительного байкальского сига.

# Схема эксперимента:



# Экспериментальное проектирование

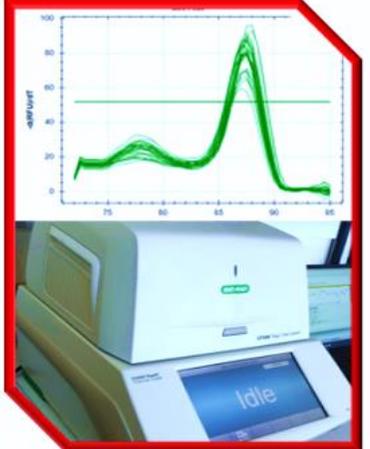
- Выбор модельного вида (*Coregonus baikalensis*).
- Условия обработки и методы сбора образца.



# Материалы и методы

# Валидация транскриптомных данных

- Проверка транскриптома на трех генах:
  - HSP-47
  - HSP-70
  - HVB
- Методом qPCR
- $\Delta\Delta Ct$



- Выделение и изоляция РНК
- Проверка чистоты и качества РНК
- Синтез кДНК
- Подготовка библиотеки RNA-seq (протокол MGIEasy RNAseq)
- Определение концентрации
- ПЦР



A collage of logos for various bioinformatics resources and tools, including Trinity, GeneBank, UniProt, BLAST, GENEONTOLOGY, BUSCO, EggNOG, and KEGG.

# Подготовка библиотек RNA-seq

# Секвенирование

# Обработка данных

# Результаты:

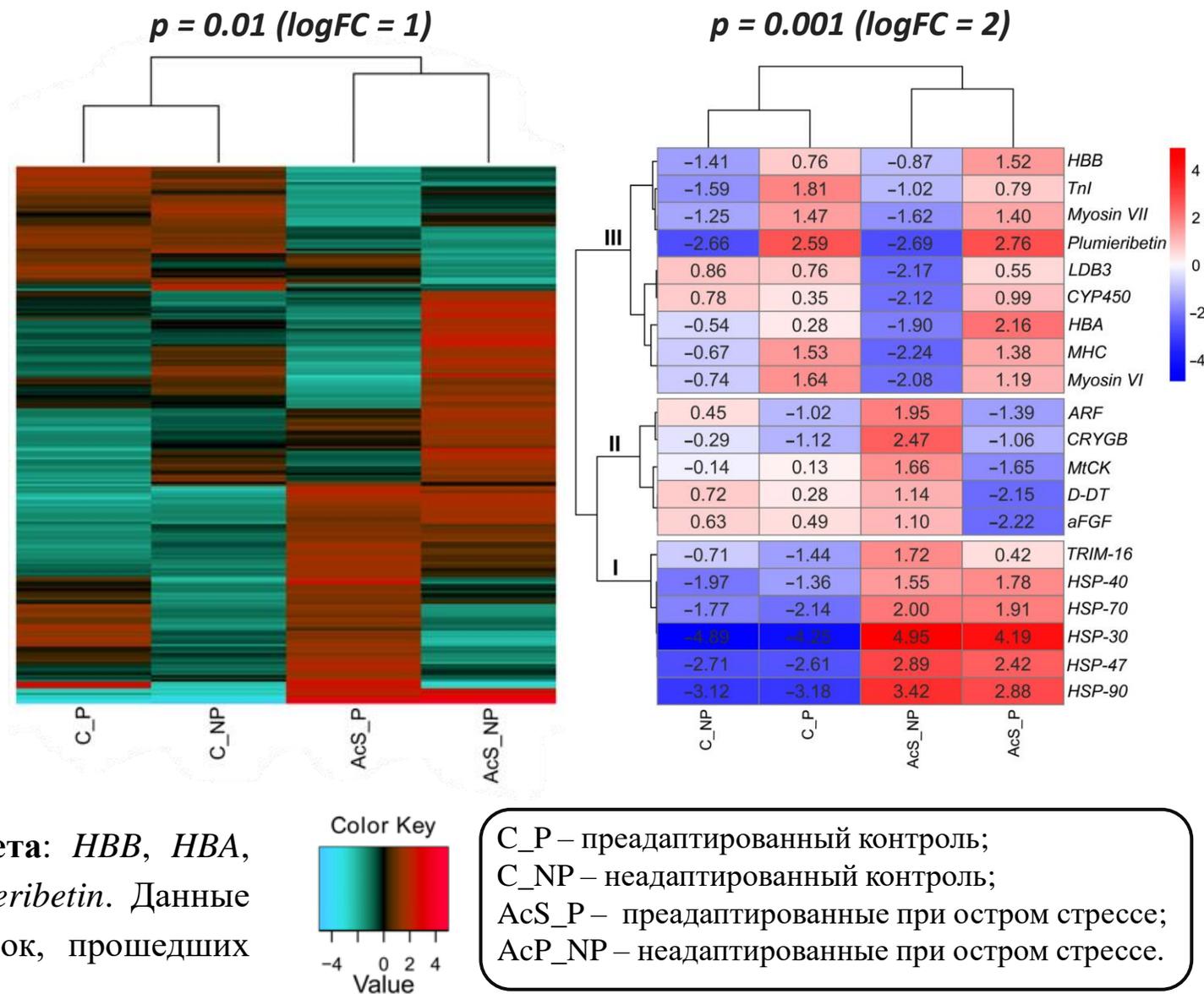
Кластеризация генов с наиболее высокой экспрессией (топ-20;  $p = 0.001$ ;  $\logFC = 2$ ) показала разделение дифференциально экспрессируемых генов (ДЭГ) на три группы:

**I. Гены стресса и сигнализации:** гены белков теплового шока *HSP* (*HSP-30*, *HSP-40*, *HSP-47*, *HSP-70*, *HSP-90*) и *TRIM16*. Эти гены активировались у всех особей в ответ на острый стресс, независимо от предварительной адаптации.

**II. Гены регуляции метаболизма:** *MtCK*, *ARF*, *aFGF*, *D-DT*, *CRYGB*. Их экспрессия увеличивалась у неадаптированных личинок после острого стресса.

**III. Гены кислородного обмена, роста и иммунитета:** *HBB*, *HBA*, *MHC*, *CYP450*, *TnI*, *Myosin VI*, *Myosin VII*, *Plumieribetin*. Данные гены активировались преимущественно у личинок, прошедших температурную адаптацию на стадии икры.

## Кластеризация ДЭГ по группам на основе корреляции Пирсона





# Выводы:

Термическая преадаптация на ранних стадиях развития **способствует повышению стрессоустойчивости и улучшению иммунного ответа** молоди байкальского сига, что, вероятно, связано с эффектом **гормезиса** — мягкого стресса, вызывающего адаптивные реакции.

Выявленные гены, такие как *HSP-30*, *HSP-40*, *HSP-47*, *HSP-70*, *HSP-90*, *TRIM-16*, *LDB3*, *CYP450*, *CRYGB*, *MtCK*, *aFGF*, *ARF* и *D-DT*, наиболее перспективны для дальнейшего изучения теплового стресса, профилактики и управления стрессом у рыб.

Дальнейшие исследования должны включать интеграцию транскриптомики, эпигеномики и протеомики для глубокого понимания и изучения адаптации рыб к изменяющимся условиям среды, особенно в условиях климатических изменений.

Исследование выполнено на базе УНУ «Экспериментальный пресноводный аквариумный комплекс байкальских гидробионтов» в ЛИН СО РАН при поддержке РФФ, № 23-24-00644.



Первоисточник: Sapozhnikova, Y.P.; Koroleva, A.G.; Sidorova, T.V.; Potapov, S.A.; Epifantsev, A.A.; Vakhteeva, E.A.; Tolstikova, L.I.; Glyzina, O.Y.; Yakhnenko, V.M.; Cherezova, V.M.; et al. Transcriptional Rearrangements Associated with Thermal Stress and Preadaptation in Baikal Whitefish (*Coregonus baicalensis*). *Animals* **2024**, *14*, 3077. <https://doi.org/10.3390/ani14213077>