

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОЗЁРНОГО И РЕЧНОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»  
(ФГБНУ «ГосНИОРХ»)**

## **ВОСПРОИЗВОДСТВО ЕСТЕСТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЦЕННЫХ ВИДОВ РЫБ**

---

**Материалы докладов 2-й международной научной конференции**

**16-18 апреля 2013 г.**

**Санкт-Петербург 2013**



## ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЕВРОПЕЙСКОГО ХАРИУСА (*THYMALLUS THYMALLUS* L.) РЕКИ КАМЫ КАК ОТРАЖЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАССЕЛЕНИЯ ВИДА

<sup>1</sup>С.Ф. ТИТОВ, Ю.И. ЩЕРБЕНОК

<sup>1</sup>Государственный научно исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства, Санкт-Петербург  
[sergtitov\\_54@mail.ru](mailto:sergtitov_54@mail.ru)

На территории России европейский хариус распространен на обширной территории – от границ с Эстонией и Белоруссией на западе до Урала на востоке и от Башкирии на юге до Баренцева моря на севере. В России, как и на остальной территории Европы, этот вид не является редким. Однако, в последние десятилетия, в связи с интенсивным ловом и ухудшением экологической ситуации, многие популяции европейского хариуса оказались под угрозой исчезновения. В России, как и во многих странах Западной Европы, отдельные популяции этого вида внесены в списки «исчезающих» и взяты под особую охрану. Примером может быть хариус реки Волги, включенный в Красную Книгу РФ (Красная Книга ..., 2001).

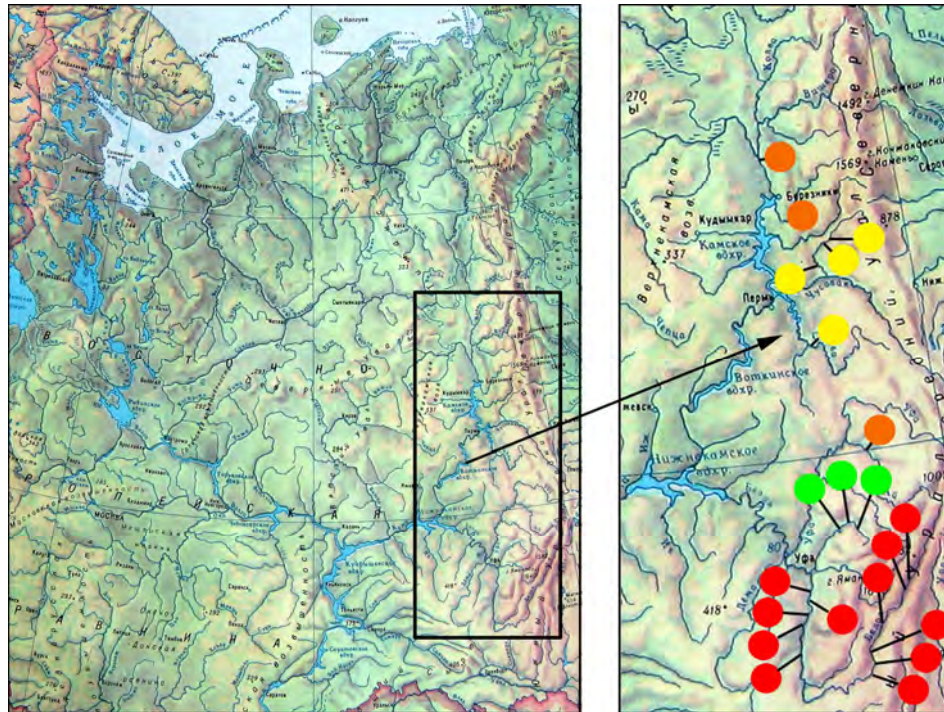
Очевидно, что при разработке эффективной стратегии сохранения видового разнообразия европейского хариуса приоритет должен быть отдан популяциям или группам популяций, вносящих наибольший вклад в биологическое, в том числе и генетическое, разнообразие вида. Такие популяции называются эволюционно важными единицами, а для их выделения все чаще используются генетические методы.

В результате исследований с использованием методов анализа ядерной и митохондриальной ДНК были описаны основные филогенетические линии европейского хариуса и предложены сценарии постледникового расселения этого вида в пределах современного ареала. По мнению зарубежных авторов (Koskinen et al., 2000), весь Северо-Запад России, в т.ч. Архангельский регион, был реколонизирован европейским хариусом из единого восточного рефугиума, располагавшегося в районе Урала.

Следует отметить, что в работе Коскинена с соавторами использовано ограниченное количество популяций из рек Российской части ареала, а район гипотетического восточного рефугиума представлен единственной выборкой из бассейна реки Северной Двины. Таким образом, до последнего времени значительная часть ареала вида не была охвачена популяционно-генетическими исследованиями. Этот пробел был восполнен в ходе проведения популяционно-генетических исследований хариуса из рек восточной части России (Титов, Студенов, 2005). Результаты анализа 13 популяций хариуса, представляющих реки Баренцева, Белого и Каспийского морей,

свидетельствует о высоком уровне генетической дифференциации этого вида в российской части ареала. Максимально дифференцированными от всех остальных оказались популяции хариуса из реки Печоры и географически близких к ней водоемов. Полученные данные свидетельствуют о значительной дифференциации хариусов, обитающих даже в пределах одной речной системы. Так, в бассейне р. С.Двины около 10% всего генного разнообразия приходится на межпопуляционные различия (Титов и др., 2003; Титов, неопубликованные данные).

Для решения дискуссионного вопроса о степени генетической дифференциации и путях постледникового расселения европейского хариуса требуются дополнительные данные. Наибольший интерес в этом плане представляет выяснение филогенетических связей хариусов, обитающих в водоемах, расположенных на восточной границе ареала вида, в частности в реке Кама — водоеме, относящемся к бассейну Каспийского моря. Река Кама — крупнейший приток Волги длиной 1800 км и площадью водосбора 507000 км<sup>2</sup>. В реку впадает более 70000 притоков, часть которых (в основном левобережные) населена европейским хариусом.



**Рисунок 1. Места сбора проб европейского хариуса в бассейне р. Камы (красным цветом обозначены выборки из бассейна р. Белой; зеленым — р. Сим; желтым — р. Чусовой; оранжевым — р. Уфы и малых притоков р. Камы)**

В ходе проведенных в 2004-2010 гг. исследований были изучены выборки хариуса из 21 нерестового притока, представляющего большую часть бассейна реки Камы (рис. 1). С использованием метода электрофореза белков в акриламидном и крахмальном гелях было изучено 36 аллозимных локусов. Полиморфизм выявлен по 14 из них: *sAAT-1\**, *sAAT-3\**, *sAAT-4\**, *AAT-5\**, *CK*, *G3PDH\**, *IDHP-3\**, *LDH-A\**, *LDH-B1\**, *LDH-C\**, *sMDH-B2\**, *PGM-1\**, *PGM-2\** и *TF\**. Уровень полиморфизма в изученных выборках варьирует в пределах от 11,1% в реках Усолка и Бердяшка (притоки рр. Уфа и Белая, соответственно) до 19,4% в притоках р. Чусовой. Индекс среднего уровня гетерозиготности оказался наименьшим в реках Ростовице и Б. Шишняке ( $H=0,033$ ), а наибольшим – в нерестовых притоках Саргае и Иргине ( $H=0,065$  и  $0,056$ , соответственно).

Изученные выборки подразделились на 3 генетически обособленных кластера (рис. 2). Два из них составили популяции р. Белой (крупнейшего притока р. Камы). Третий кластер представляют выборки хариуса из других крупных нерестовых притоков и небольших рек, самостоятельно впадающих в р. Каму. Генетические различия между выборками находятся в диапазоне  $D_N=0,001-0,051$ .

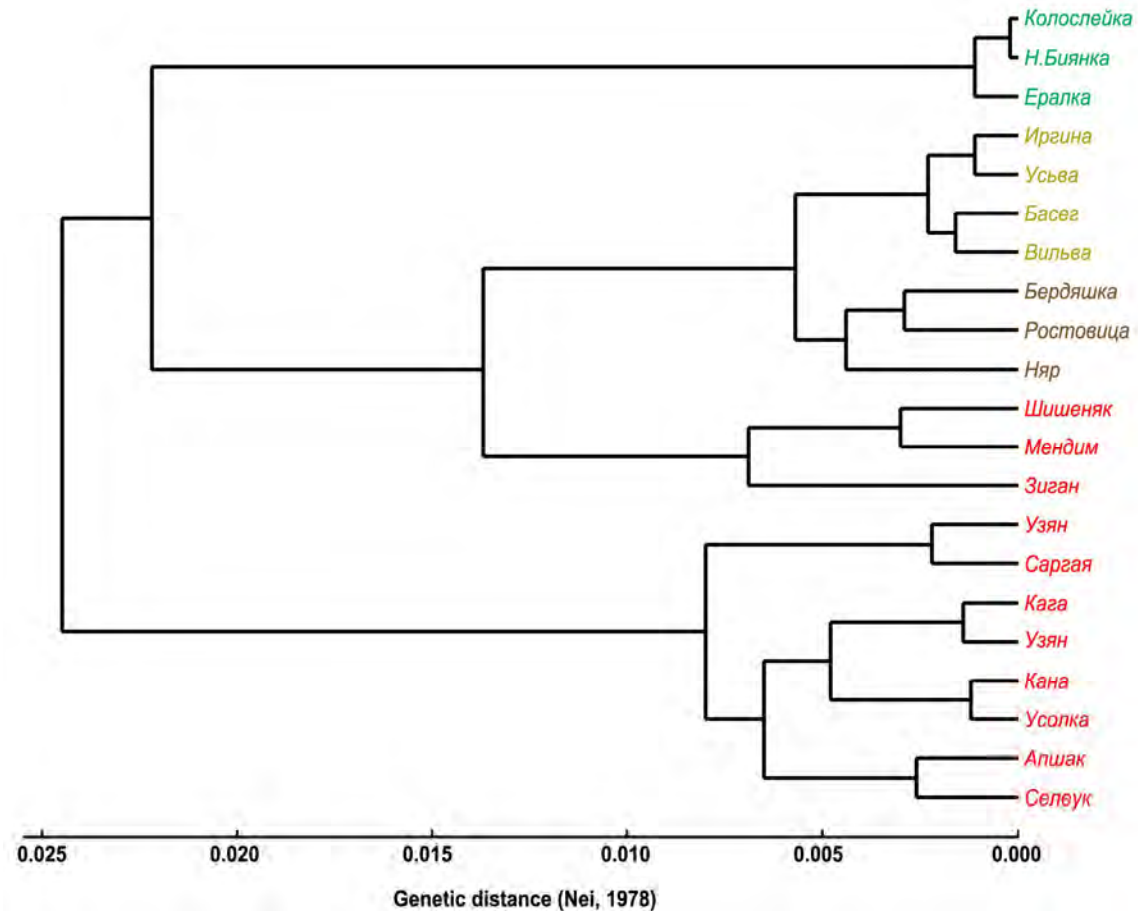


Рисунок 2. UPGMA дендрограмма невзвешенных генетических расстояний (Nei, 1978) для исследованных популяций хариуса реки Камы

Необходимо подчеркнуть, что наибольшие различия ( $D_N=0,038-0,051$ ) отмечены между хариусами, обитающими в реках, формально относящихся к единому бассейну реки Белой. Это сопоставимо с различиями между популяциями из географически удаленных регионов, например, между популяциями рек Печоры, Мезени и Северной Двины.

Такой значительный уровень различий между кластерами популяций может быть объяснен особенностями распределения изменчивости по отдельным генетическим маркерам (см. таблицу). Локусы *AAT-3\** и *IDHP-3\**, полиморфизм по которым ранее был описан исключительно у хариуса реки Печоры, оказался полиморфным также в выборках этого вида, населяющих бассейн р. Чусовой и малые притоки среднего течения Камы, но инвариантным – во всех остальных нерестовых притоках. Еще один «печорский» маркер - локус *LDH-C\** — оказался изменчивым во всех изученных локальностях. Исключение составили хариусы, обитающие в притоках верхнего течения р. Белой: здесь этот локус оказался инвариантным; в то же время был обнаружен не описанный ранее ни в одной популяции полиморфизм по локусу *AAT-4\**.

#### Распределение некоторых генетических маркеров в изученных популяциях европейского хариуса рек Камы и Печоры

Реки, бассейн	Локус, аллель				
	<i>AAT-3*77</i>	<i>AAT-4*86</i>	<i>IDHP-3*83</i>	<i>LDH-A*190</i>	<i>LDH-C*115</i>
Малые реки (среднее течение р. Камы)	+	–	+	–	+
Бассейн р. Чусовой	+	–	+	–	+
Бассейн р. Сим	–	–	–	+	+
Бассейн р. Белой (среднее течение)	–	–	–	+	+
Бассейн р. Белой (верховья)	–	+	–	–	–
Бассейн р. Печоры	+	–	+	–	+

Значительная величина выявленных различий и характер распределения изменчивости по отдельным ферментным локусам позволяют предположить, что реколонизация бассейна реки Камы хариусами в постледниковый период могла происходить, как минимум, из двух независимых изолированных рефугиумов, в том числе, из так называемого «уральского» рефугиума, расположенного на месте современного бассейна реки Печоры. По нашему мнению, «уральский» рефугиум мог явиться источником реколонизации европейским хариусом не только бассейна Печоры и близлежащих водоемов бассейна Баренцева моря, но и, частично, Камского бассейна.

Доказательством тому является наличие у хариуса из некоторых нерестовых притоков р. Камы генетических маркеров (аллелей IDHP-3\*87, LDH-C\* 115), обнаруженных только у хариусов из рек Печоры и Индиги (Титов, Студенов, 2006, Titov, Scherbenok, 2012). В отдельных нерестовых притоках Камы могло происходить перемешивание генетического материала из разных источников (рефугиумов).

Обнаруженная в ходе данной работы сложная популяционно-генетическая структура хариуса реки Камы предполагает особый подход к сохранению этого вида в данной речной системе. Становится совершенно очевидным, что при наличии сотен локальных популяций хариуса в бассейне Камы, нереально наладить их эффективную охрану на таком большом пространстве. В такой ситуации особое внимание должно быть уделено локальным популяциям или группам популяций, вносящих наибольший вклад в биологическое, в том числе и генетическое, разнообразие вида.

Как одно из решений проблемы сохранения уникального генофонда, возможно развитие системы специализированных «ихтиологических» заказников. Такой опыт уже есть. Так, в Республике Башкирия подобный заказник, основной целью которого является охрана каспийской кумжи и европейского хариуса, создан на реке Большой Ик.

## ЛИТЕРАТУРА

- Красная книга Российской Федерации (животные). М.: АСТ Астрель. 2001.
- *Титов С.Ф., Студенов И.И., Семенова О.В., Антонов Л.Г.* Анализ генетической изменчивости европейского хариуса из бассейнов речных систем Печоры и Северной Двины // Тезисы докл. III Международной Конференции «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера», Сыктывкар, 2003. - С. 88-89.
- *Титов С.Ф., Студенов И.И.* Генетическая дифференциация европейского хариуса (*Thymallus thymallus* L.) из рек восточной части ареала (бассейны Баренцева и Белого морей) // Лососевидные рыбы Восточной Феноскандии, Кар. ИЦ РАН, Петрозаводск, 2006. - С. 198-210.
- *Koskinen M. T., Ranta E., Piironen J, Veselov A., Titov S, Haugen T. O, Nilsson J., Carlstein M., Primmer C. R.* Genetic lineages and postglacial colonization of the grayling (*Thymallus thymallus*, Salmonidae) in Europe, as revealed by mitochondrial DNA analyses // *Molecular Ecology*. 2000. V. 9. P. 1609–1624
- *Titov S.F., Scherbenok Yu.I.* Genetic differentiation of European grayling (*Thymallus thymallus* L.) In the Kama river as reflection of special features of the species expansion // *Book of abstract, XIV European Congress of Ichthyology, University of Liège, July, 3–8, 2012.* - P.230.