

**АЛЛОЗИМНЫЙ ЛОКУС ESTD* КАК МАРКЕР ГЕНЕТИЧЕСКОЙ
ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ПОПУЛЯЦИЙ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ
(SALMO SALAR L.) ЕВРОПЫ И СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ**

© 1998 г. А. А. Махров, О. Скоола, академик Ю. П. Алтухов, Р. Л. Саундерс

Поступило 09.01.98 г.

Атлантический лосось, или семга (*Salmo salar* L.), – анадромная рыба, она нерестится в реках Европы и Северной Америки [1] и совершает нагульные миграции в северную часть Атлантического океана [2].

Более трех десятилетий назад, вместе с развитием широкомасштабного промысла семги в Северной Атлантике, встала проблема идентификации лосося американского и европейского происхождения в морских уловах; эта проблема окончательно не решена (обзоры [3–6]).

В настоящей статье мы представим доказательства возможности эффективной дискриминации популяций семги Северной Америки и Европы, используя полиморфизм в генном локусе ESTD*, кодирующем фермент эстеразу Д (Е. С. 3.1.1.–). Это стало возможным в результате изучения генетической структуры популяций семги ряда канадских рек и сравнения ее с аналогичными характеристиками европейских популяций.

В 1994–1995 гг. были собраны выборки молодки семги из пяти канадских рек: Фрешуотер ($n = 20$), Хайлендз ($n = 25$), Рестигош ($n = 13$), Литл Соутвест Мирамиши ($n = 12$) и ее притока Катамаран ($n = 13$) (рис. 1). Выборка семги Белого моря использовалась как контроль. Был проведен электрофорез в полиакриламидном и крахмальном гелях (см. [7], где дано детальное описание методик электрофореза белков и окраски гелей, и [8], где приводятся данные о генетическом полиморфизме в локусе ESTD*).

На рис. 1 в виде векторных диаграмм показаны частоты аллелей локуса ESTD* в канадских популяциях и в ранее исследованных нами [7] европейских популяциях семги. В то время как в европейских популяциях преобладает аллель ESTD*100

(его частота 0.759–1.000), в выборках семги из канадских рек Фрешуотер, Катамаран и Литл Соутвест Мирамиши оказался фиксированным альтернативный аллель ESTD*92. Этот аллель резко преобладает и в двух других канадских популяциях. Только одна гетерозигота ESTD*92/100 была обнаружена в выборке из реки Рестигош (частота аллеля ESTD*100 – 0.039) и две таких гетерозиготы – в реке Хайлендз (частота аллеля ESTD*100 – 0.040).

Таким образом, исследованные канадские популяции семги фиксированы или почти фиксированы по аллелю ESTD*92, тогда как ранее изученные нами и другими исследователями норвежские популяции и популяции бассейнов Северного Ледовитого океана и Балтийского моря фиксированы по аллелю ESTD*100 или, по крайней мере, этот аллель в них преобладает [7–9]. Поэтому локус ESTD* может быть хорошим маркером для идентификации европейских и американских популяций семги в водах Северной Атлантики.

Ранее были найдены отличия в частотах аллелей некоторых других кодирующих белки локусов между популяциями семги Европы и Северной Америки (обзоры [3–5]), но эти различия не столь велики, как различия в частотах аллелей локуса ESTD*.

Почти полная идентификация лососей европейского и американского происхождения возможна с помощью анализа ДНК [6, 10–14]. Однако анализ изменчивости ДНК сложен, дорог и длителен, в то время как анализ изменчивости локуса ESTD* прост и может быть выполнен в течение нескольких часов. Локус ESTD* экспрессируется в нескольких тканях, включая жировой плавник, поэтому возможна идентификация генотипов с помощью его биопсии.

Насколько может затруднить дифференциацию популяций семги Европы и Северной Америки то, что в некоторых лососевых стадах из рек бассейна Северного Ледовитого океана с достаточно высокой частотой (до 0.29) встречается аллель, обозначаемый нами ESTD*92 [7–9]? Известно, что семга этих рек нагуливается в Норвежском

*Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова
Российской Академии наук, Москва*

*Институт морских исследований, Берген, Норвегия
Департамент рыбного хозяйства и океана,
Биологическая станция, Сент-Эндрюс, Канада*

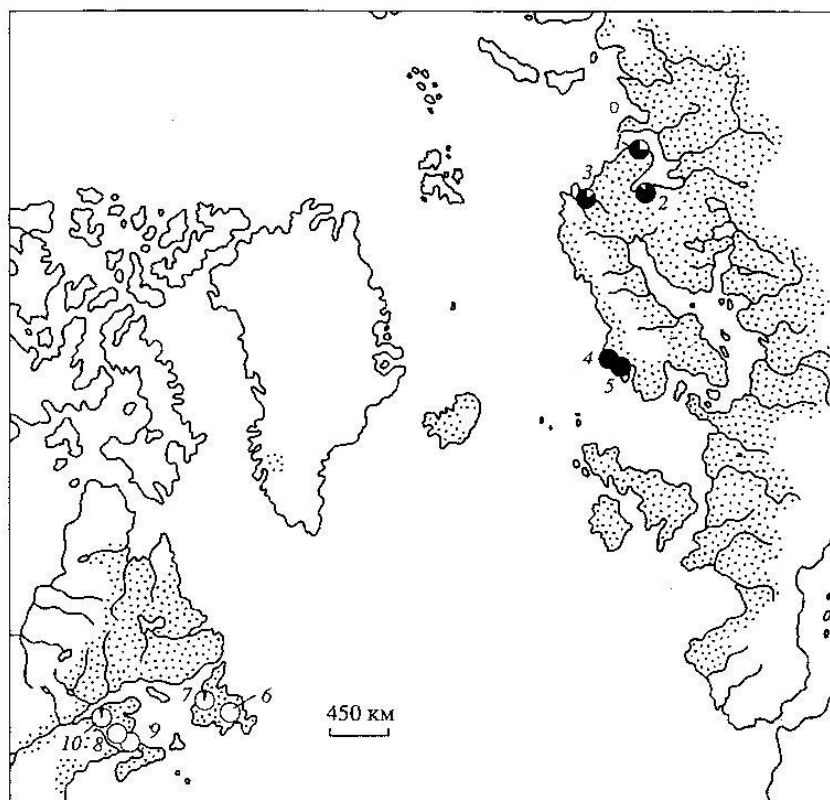


Рис. 1. Частоты аллелей ESTD*100 (темные сектора) и ESTD*92 (светлые сектора) в популяциях семги. Точками обозначен ареал семги. 1 – Качковка ($n = 29$), 2 – Нильма ($n = 16$), 3 – Нейден ($n = 64$), 4 – Хуп ($n = 11$), 5 – Эйра ($n = 19$) (из [7]); 6 – Фрешуотер, 7 – Хайлэндз, 8 – Катамаран, 9 – Литтл Соутвест Мирамиши, 10 – Рестигош.

море, где американская семга встречается лишь единично [2], и, следовательно, ее идентификация не имеет большого практического значения. Носители аллеля ESTD*92 в Норвежском море, скорее всего, являются мигрантами из европейских рек бассейна Северного Ледовитого океана.

Распределение аллеля ESTD*92 в популяциях семги необычно: он обнаружен в двух удаленных друг от друга частях видовой ареала – в Северной Америке и в бассейне Северного Ледовитого океана в Европе. Можно предположить, что это – более древний аллель, сохранившийся как реликт на окраинах ареала семги, оттесненный туда носителями более “молодого” аллеля ESTD*100.

Представляет большой научный и практический интерес дальнейшее изучение изменчивости локуса ESTD* в разных частях ареала семги, в частности в популяциях островов Северной Атлантики.

Приносим благодарность Н.Б. Ушаковой за помощь в обработке образцов, А.Г. Осинину,

Д.В. Политову, Е.А. Салменковой, С.К. Семенов – за ряд ценных советов и замечаний.

Настоящее исследование финансировалось Министерством науки и технологий России, Министерством иностранных дел Норвегии, Российским фондом фундаментальных исследований (грант № 96-04-49174) и Программой поддержки ведущих научных школ (грант № 96-15-97862).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. MacCrimmon H.R., Gots B.L. // J. Fish. Res. Board. Can. 1979. V. 36. P. 422–457.
2. Бакуманский Э.Л., Кловач Н.В., Лепская В.А. В кн.: Биотопические основы распределения промысловых и кормовых морских животных. М., 1991. С. 94–115.
3. MacCrimmon H.R., Claytor R.R. // Aquaculture and Fisheries Management. 1986. V. 17. № 1. P. 1–17.
4. Столь Г. В кн.: Популяционная генетика и управление рыбным хозяйством. М., 1991. С. 155–176.
5. Verspoor E. In: Present and Future Atlantic Salmon Management. Savannah, Georgia, 1988. P. 37–46.

6. Davidson W.S., Birt T.P., Green J.M. // J. Fish Biology. 1989. V. 34. P. 547–560.
7. Skaala O., Makhrov A.A., Karlsen T. et al. In: ICES Statutory Meeting. Anadromous and Catadromous Fish Committee. 1996. 13 p.
8. Семенова С.К., Сльнько В.И. // ДАН. 1988. Т. 300. № 5. С. 1239–1243.
9. Kazakov R.V., Titov S.F. // J. Fish Biology. 1991. V. 39. P. 1–6.
10. Palva T.K., Lehtvaslaiho H., Palva E.T. // Aquaculture. 1989. V. 81. P. 237–244.
11. Bermingham E., Forbes S.H., Friedland K., Pla C. // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1991. V. 48. P. 884–893.
12. Culter M.G., Bartlett S.E., Hartley S.E., Davidson W.S. // Ibid. P. 1655–1661.
13. McConnell S.K., O'Reilly P., Hamilton L. et al. // Ibid. V. 52. P. 1863–1872.
14. Taggart J.B., Verspoor E., Galvin P.T. et al. // Ibid. P. 2305–2311.