

Запас *Fucus vesiculosus* на Мурманском побережье составляет 70 тыс. т [Блинова, 1969].

В 2001 – 2002 гг. в губах Терiberка и Ярнышная вели промысел *Fucus vesiculosus*. По данным К.Л. Виноградова [1964], общий запас фукуса пузырчатого в губе Терiberка составлял 1000 т, а в губе Ярнышная, по данным С.В. Малавенда о биомассе этого вида [Малавенда, 2007], запас составляет 935 т. Известно, что после промышленного изъятия поселения *Fucus vesiculosus* достаточно быстро восстанавливаются [Рыжик, 2005]. С одной стороны, это делает промысел этого вида достаточно перспективным, но проведение промысла в удаленных от крупных населенных пунктов районах, при отсутствии развитой инфраструктуры, является экономически не целесообразным.

По нашим данным, общий запас *Fucus vesiculosus* в губе Тюва составляет 1390 т. В этой связи Тюва-губа является наиболее привлекательным районом не только для строительства аквахозяйств, но и для промышленного изъятия фукусовых водорослей.

S.S. Malavenda – *Cand. Sc. (Biol.)*; P.P. Kravets – *Dr. Sc. (Biol.)*; E.V. Shoshina – *Manager of Chair of biology at Federal State Educational Institution of the Highest Vocational Training «Murmansk State Technical University»*, shoshinaev@gmail.com

Research of phytobenthos assemblages of littoral fringe of Tjuva-gulf in Kola Bay

Allocation of leading assemblages of macroseaweed and state of settlements of predominant aspect – *Fucus vesiculosus* on a littoral fringe of Tjuva-gulf of Kola Bay is studied. About 35 kinds of macroseaweed are found. The basic associations are taped. Decrease of total kinds of probed littoral fringes from a throat of a Bay to a small inlet is observed. Populations of macroseaweed in the Tjuva-gulf are various by kinds, but are not abundant on formation aspects to biomass. Population of *Fucus vesiculosus* in the Tjuva-gulf are stable enough and proliferating. The greatest biomass is marked in a mouth-gulf. The stock of *Fucus vesiculosus* is calculated for littoral fringes of Tjuva-gulf.

Keywords: Kola bay, Tjuva-gulf, littoral fringe, macroseaweed, settlements *Fucus vesiculosus*, biomass.

Беломорская горбуша: итоги и перспективы акклиматизации

Канд. биол. наук Н.В. Гордеева – *Лаборатория популяционной генетики Учреждения РАН «Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова»*, nbka04@mail.ru

Почти полувековая история акклиматизации горбуши на Европейском Севере не дает серьезных оснований утверждать, что вселенцы наносят ущерб местным видам. Однако этот ценный объект промысла доступен только в нечетные годы, в отличие от рек естественного ареала. Из-за уникальных особенностей биологии этот вид представлен генетически изолированными линиями четных и нечетных лет нереста. Анализ результатов перевозок горбуши в России и Северной Америке свидетельствует о преимущественном успехе линии нечетных лет. Показано, что горбуша линий смежных лет, даже из одной и той же реки, имеет существенные различия по ряду признаков, в том числе репродуктивной биологии, что, очевидно, определяет ее неодинаковые способности адаптироваться к новым условиям. Исходя из этого, предлагается способ по созданию в бассейне Белого моря линии четных лет из уже адаптировавшейся горбуши нечетных лет.

Ключевые слова: горбуша, линии четных и нечетных лет нереста, Белое море, акклиматизация, интродукция, адаптация.

Тихоокеанский лосось горбуша на Европейском Севере России появился почти полвека назад, в ходе реализации широкомасштабного проекта по повышению продуктивности водоемов бывшего СССР с помощью акклиматизации хозяйственно ценных видов. Позднее во многих странах была признана опасность подобных экспериментов, которые зачастую приводили к неожиданным последствиям, среди которых – нарушение экологического равновесия, вытеснение аборигенных видов, попутный перенос вредных организмов и т.д.; поэтому искусственное расселение видов стало рассматриваться как биологическое загрязнение окружающей среды и был разработан ряд мер по предотвращению инвазий (например [1]). Однако акклиматизируемая на Европейском Севере горбуша, по всей видимости, вполне «мирно» уживается с местной фауной, скорее всего, благодаря особенностям своей биологии. Жизненный цикл горбуши короткий: она созревает уже на втором году жизни, а после нереста все, без исключения, производители погибают. В отличие от прочих видов лососей, горбуша наименее привязана к рекам, используя их исключительно для размножения; молодь почти сразу же после выхода из нерестовых бу-



Фото 1. Согласно официальной статистике, уловы беломорской горбуши в Мурманской области могут достигать 700 тыс. экз.

тров весной скатывается в море и уходит на нагул в нейтральные воды Северной Атлантики. Таким образом, трофическая нагрузка вселенцев на наиболее уязвимые пресноводные экосистемы минимальна. При этом горбуша не является источником опасных паразитов или патогенов [2], не образует фертильных гибридов с аборигенными лососевыми рыбами. Многолетние исследования не обнаружили негативного влияния увеличения численности горбуши на воспроизводство ценного местного лосося – семги [3]. И, следует добавить ко всему перечисленному, акклиматизированная горбуша за последние 10-15 лет стала объектом как любительского, так

ригенными лососевыми рыбами. Многолетние исследования не обнаружили негативного влияния увеличения численности горбуши на воспроизводство ценного местного лосося – семги [3]. И, следует добавить ко всему перечисленному, акклиматизированная горбуша за последние 10-15 лет стала объектом как любительского, так

и массового промысла, обеспечивающим существенную поддержку местному населению.

Как показывает длительная история расселения горбуши в Северной Америке (1906-1917, 1959-1966 гг.) и в России (1956-1998 гг.), добиться натурализации, т.е. создания устойчиво самовоспроизводящегося, анадромного стада – задача непростая. Можно поэтому считать беломорскую горбушу уникальным случаем в мировой практике, хотя в настоящее время она появляется у берегов Кольского полуострова только в нечетные годы. Дело в том, что из-за

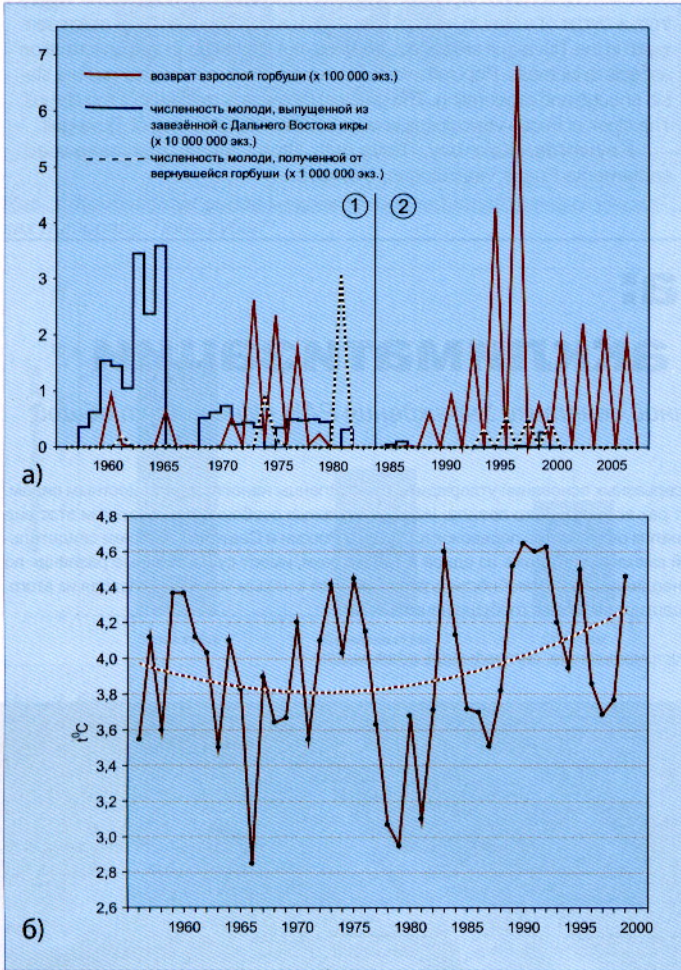


Рисунок. Численность молоди горбуши, выпущенной с рыболовных заводов, и учтенная численность возвратов взрослых рыб за весь период акклиматизации на Европейском Севере России: 1 – завоз икры, преимущественно, с рыболовных заводов Южного Сахалина; 2 – завоз икры из Магаданской области, Ольская производственно-акклиматизационная база (а). Динамика среднегодовых температур морской воды на Кольском разрезе с аппроксимирующей кривой (б)

строго двухлетнего жизненного цикла и однократного нереста, поколения, которые размножаются в четные и нечетные годы, представляют собой две репродуктивно изолированные линии. Популяции каждой линии занимают одни и те же нерестилища в реках и, скорее всего, так же симпатричны в обширных нагульных ареалах. Полагают, что линии горбуши разделились давно и эволюционируют независимо в течение тысяч поколений [4]. Несмотря на то, что линии четных и нечетных лет обитают в сходных условиях, между ними найдены существенные морфо-экологические, популяционно-генетические и демографические различия, что указывает на то, что механизмы адаптации у них могут быть разные; при искусственном скрещивании линий у потомства проявляются признаки аутбредной депрессии [5]. Интересно, что сравнительный анализ результатов перевозок горбуши свидетельствует о том, что четная линия хуже приспособляется к новым условиям. В ходе акклиматизации горбуши на Атлантическом побережье Северной Америки, при почти равном количестве перевозимого донорского материала, эффект от интродукции линии нечетных лет был более длительным, а возвраты были более многочисленными, несмотря на то, что в конечном

итоге все намеченные работы по натурализации завершились неудачей (обзор: [6]). Примечательно, что в ходе акклиматизационных работ в заливе Гудзон случайно произошло вселение горбуши нечетной линии в акваторию Великих Озер. Из незначительного числа (около 21 тыс. экз.) смолтов горбуши, упущенных в оз. Верхнее из-за паводка, образовалось несколько популяций, за 10-15 лет колонизовавших притоки озер Гурон, Эри и Онтарио [7].

Первый этап акклиматизации горбуши (1956-1980 гг.) в бассейнах Баренцева и Белого морей больше напоминал пастбищное рыболовство, поскольку приходилось почти ежегодно завозить искусственно оплодотворенную икру с Дальнего Востока, доинкубировать ее на рыбопроизводных заводах и выпускать в реки подрощенную молодь [8]. В качестве донора для перевозок в тот период использовалась преимущественно горбуша с Южного Сахалина. Хотя в отдельные годы наблюдались заметные возвраты (рисунок, фото 1), естественное воспроизводство в новом ареале было затруднено, поскольку оказалось, что сроки размножения, унаследованные вселенцами от родительских южных популяций, были слишком поздними, и с быстрым наступлением осенних холодов развивающаяся икра, не успев достигнуть холодостойкой стадии пигментации глаз, в массе погибала. Резкие спады и всплески численности вселенцев позволили назвать этот процесс «пульсирующей акклиматизацией» [9], так как эффективность нереста и, следовательно, урожайность поколения зависела от температуры воды в реках. Периоды потепления Северной Атлантики благоприятно сказывались на численности, а похолодание угнетало местную популяцию [9; 10]. Взглянув на рисунок, можно отметить синхронность колебаний численности уловов горбуши за весь полувековой период ее акклиматизации и динамики среднегодовых температур, измеряемых в Баренцевом море на Кольском меридиане; корреляция оказывается положительной, хотя и недостаточно статистически.

С самого начала интродукции было замечено, что нерестовые подходы вселенцев по нечетным годам были значительно больше. Как выяснилось, в четные годы ход и нерест горбуши проходили на 1,5-2 недели позже, чем в нечетные [11], и сравнительно ранний нерест вселенцев в нечетные годы повышал вероятность выживания отложенной икры. Но, несмотря на поддержку вселенцев заводским разведением, с прекращением перевозок в 1978 г. горбуша за несколько лет исчезла в регионе. К тому времени появилось мнение, что натурализация горбуши на Европейском Севере, в принципе, невозможна из-за ее высоких требований к температурным условиям в пресноводный период жизни [12]. Известно, что в природном ареале приспособлением к различному температурному режиму в период инкубации служат определенные сроки хода и нереста производителей, скорость эмбрионально-личиночного развития и ряд физиологических адаптаций, например, скорость усвоения желтка [13]. Эти признаки тесно связаны с географическим положением популяций на ареале. Исходя из этого, причиной неудачи первого этапа акклиматизации признан неправильный выбор донорских популяций из южных районов ареала. Новым донором должна была стать популяция из Магаданской области (р. Ола), лучше преадаптированная к условиям нового ареала. Впоследствии удалось экспериментально доказать, что магаданская горбуша, в отличие от сахалинской, способна регулировать скорость эмбрионального развития при длительном воздействии неблагоприятных температур [14].

Однако интродукции магаданской горбуши линиями четных и нечетных лет также сопровождалась неодинаковым успехом. Единственная интродукция нечетной линии из Магаданской обл., произведенная в 1985 г. (объемом 2,3 млн экз. икринок, из которых выпущено 1 млн экз. молоди), дала начало современному стаду беломорской горбуши, которая с успехом размножается в новом ареале в течение нескольких поколений (см. рисунок). Величина уловов сравнима со среднегодовыми уловами в некоторых регионах Дальнего Востока (Чукотка, Приморье). Напротив, четыре интродукции четной линии из той же донорской популяции, последняя из которых была предпринята в 1998 г., не дали, практически, никакого результата. При этом четная линия имела численное преимущество по объемам перевозимой икры (в общей сложности – 17,2 млн экз.) и другие благоприятные обстоятельства вселения (размещение на нескольких рыбопроизводных заводах с более подходящими условиями для инкубации икры). Последняя интродукция сопровождалась заметным возвратом в первом поколении, однако уже в следующем поколении численность вселенцев стремительно снизилась, и в настоящее время в четные годы в реки Кольского полуострова заходит

всего лишь несколько десятков особей. Мы полагаем, что причина разного эффекта от перевозок горбуши линий четных и нечетных лет так же, как и на первом этапе, заключается в различиях между линиями в сроках миграции и размножения, которые прослеживаются у донорской охотоморской горбуши [15].

Следует отметить, что даже для магаданской горбуши новые условия оказываются субоптимальными, судя по значительным межгодовым колебаниям численности возвратов (см. рисунок). Скорее всего, главным лимитирующим фактором для вселенцев по-прежнему остается температурный режим в реках в период раннего развития. Мы не исключаем, что благоприятное влияние на успех интродукции горбуши в 1985 г. оказали глобальные климатические процессы в Северной Атлантике [16]. Очевидно, наиболее приемлемые условия для размножения вселенцы находят в бассейне Белого моря, главным образом, в реках Терского берега Кольского полуострова, куда всегда подходит наибольшее количество рыб. По нашим расчетам, число производителей, оставляющих потомство, в каждой реке оказывается невелико – гораздо меньше, чем в нативном ареале [17]. Кроме того, мы обнаружили у вселенцев адаптивные изменения в жизненном цикле, которые выражаются в сдвигании сроков нереста и ската по сравнению с донорской популяцией, что в итоге приводит к удлинению речного периода жизни молоди. При этом возвращающаяся рыба, в среднем, крупнее, чем в родительской популяции, а самки – более плодовиты, что говорит о хороших условиях в период морского нагула, несмотря на сокращение его продолжительности [18].

Итак, промысел беломорской горбуши в настоящее время возможен лишь по нечетным годам. Для того, чтобы планировать восстановление отсутствующей линии четных лет, необходимо учесть следующее. Как было показано, адаптивные возможности двух линий горбуши неодинаковы. Поэтому, если вновь предпринимать дорогостоящую авиатранспортировку икры с Дальнего Востока, то, скорее всего, впоследствии придется поддерживать четную линию заводским воспроизводством в необходимом масштабе. Однако почему бы не попытаться естественным путем создать генерацию четных лет из уже адаптировавшейся к новым условиям горбуши нечетной линии? Нечто подобное произошло у горбуши, обитающей в Великих Американских Озерах, которая, как уже упоминалось, исходно принадлежала к линии нечетных лет. Но в пресной воде горбуша растет медленнее, чем в море, и, поскольку у рыб скорость роста определяет сроки репродукции, часть рыб (14-47 % [19]) созревает не на втором году, как обычно, а на третьем. В итоге размножение озерной популяции происходит ежегодно. Сходным образом можно выпустить молодь беломорской горбуши нечетной линии, например, в выростной пруд, затем на третьем, т.е. четном, году получить от созревших производителей потомство и в положенное время дать молоди скатиться в море. Этот способ представляется более перспективным и, уж точно, окажется менее затратным.

Литература

1. Алимов А.Ф. и др. Последствия интродукции чужеродных видов для водных экосистем и необходимость мероприятий по ее предотвращению// Виды-вселенцы в европейских морях России: Сб. научных трудов. Апатиты: Изд-во Кольского Научного центра РАН, 2000. С. 12–22.
2. Барская Ю.Ю. и др. Формирование паразитофауны горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) в условиях акклиматизации// Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря: Материалы IX международной конференции 11–14 октября 2004 г., Петрозаводск, Карелия (Россия). Петрозаводск, 2005. С. 39–43.
3. Зубченко А.В. и др. Горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*): проблемы акклиматизации на Европейском Севере России. Петрозаводск-Мурманск: Фолиум, 2004. 82 с.
4. Heard W.R. Life history of pink salmon// Pacific salmon life histories. Edited by C. Groot and L. Margolis. University of British Columbia Press, Vancouver. 1991. P. 120–229.
5. Gharrett A.J. et al. Outbreeding depression in hybrids between odd- and even-broodyear pink salmon// Aquaculture, 1999. V. 173. P. 117–129.
6. Narache Y. Pacific salmon in Atlantic waters// ICES Mar. Sci. Symp. 1992. V. 194. P. 31–55.
7. Kocik J.F. et al. Abundance, size, and recruitment of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in selected Michigan tributaries of the Upper Great Lakes// J. Great Lakes Res., 1991. V. 17. P. 203–213.

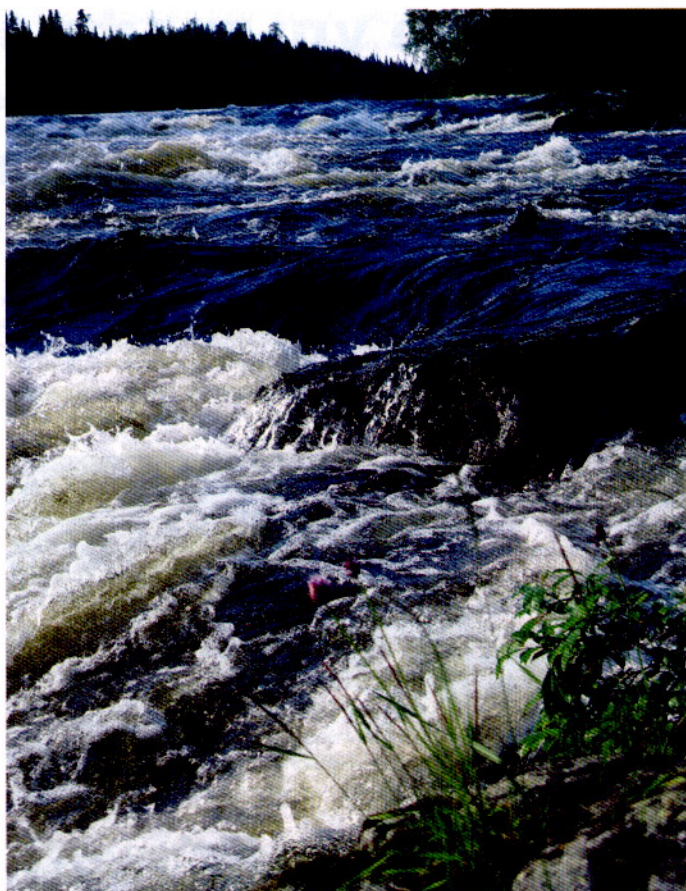


Фото 2. Умба – одна из крупнейших нерестовых рек на Кольском полуострове

8. Карпевич А.Ф. и др. Акклиматизация и культивирование лососевых рыб – интродуцентов. М.: ВНИРО, 1991. 208 с.
9. Карпевич А.Ф., Ванюшина З.Я. Пульсирующая акклиматизация горбуши// «Рыбное хозяйство». 1993, № 1. С. 25–28.
10. Камышная М.С., Смирнов А.И. Воспроизводство горбуши, интродуцированной в бассейны Баренцева и Белого морей// Современные проблемы ихтиологии. М.: Наука, 1981. С. 196–225.
11. Дягилев С.Е., Маркевич Н.Б. Разновременность созревания горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.) четных и нечетных лет как основной фактор, определивший различные результаты ее акклиматизации на севере Европейской части СССР// «Вопросы ихтиологии». 1979. Т. 19, вып. 2. С. 230–245.
12. Гриценко О.Ф., Бакштанский Э.Л. Перспективы акклиматизации тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*// Труды ВНИРО. 1975. Т. 106. С. 114–122.
13. Смирнов А.И. Биология размножения и развитие тихоокеанских лососей. М.: Изд-во МГУ, 1975. 335 с.
14. Хованский И.Е. Акклиматизация северо-охотоморской горбуши на Европейском Севере// «Рыбное хозяйство». 2000, № 2. С. 38–39.
15. Ионов А.В. Биологическая неоднородность горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) материкового побережья Охотского моря// Биология пресноводных рыб Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. С. 35–48.
16. Гордеева Н.В. и др. Генетическая дифференциация тихоокеанской горбуши при освоении нового ареала// «Доклады Академии Наук». 2005. Т. 400, № 5. С. 714–717.
17. Гордеева Н.В. и др. Исследование генетической дивергенции горбуши, вселенной на Европейский Север России, с использованием микросателлитных и аллозимных локусов// «Генетика». 2006. Т. 42, № 3. С. 268–278.
18. Гордеева Н.В., Салменкова Е.А. Морфоэкологическая пластичность горбуши *Oncorhynchus gorbuscha*, акклиматизируемой в бассейне Белого моря// «Вопросы ихтиологии». 2005. Т. 45, № 1. С. 86–97.
19. Kennedy A.J. et al. Population Characteristics and Spawning Migration Dynamics of Pink salmon in U.S. Waters of the St. Marys River// J. Great Lakes Res. 2005. V. 31. P. 11–21.