

УДК 639.371.14:639.3.03:(639.3:061.3)

**ИТОГИ 75-ЛЕТНЕГО ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА  
БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ *COREGONUS AUTUMNALIS*  
НА БОЛЬШЕРЕЧЕНСКОМ РЫБОВОДНОМ ЗАВОДЕ**  
(по материалам Всероссийской научно-практической  
конференции 2008 г.)

*Ж.А. Черняев*

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,  
Москва, admin@sevin.ru

**RESULTS OF THE 75-YEAR ARTIFICIAL REPRODUCTION  
OF THE LAKE BAIKAL CISCO *COREGONUS AUTUMNALIS*  
AT THE BOLSHERECHENSKY HATCHERY**  
(based on the materials of the All-Russian Scientific  
and Practical Conference, 2008)

*Zh.A. Tshernyaev*

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Moscow,  
admin@sevin.ru

С 10 по 12 июля 2008 г. в столице Бурятии г. Улан-Удэ, в помещении ОАО «Востсибрыбцентр» состоялась Всероссийская научно-практическая конференция «Состояние и проблемы искусственного воспроизводства рыбных запасов Байкальского региона», посвященная 75-летию Большереченского рыбоводного завода. С 13-ю докладами выступили 16 участников, представлявших Лимнологический институт Сибирского отделения РАН (г. Иркутск), «Востсибрыбцентр» (г. Улан-Удэ), «Байкалрыбвод» (г. Улан-Удэ), Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (г. Москва), Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН (г. Улан-Удэ), Иркутский государственный университет (г. Иркутск), Калининградский государственный технический университет (г. Калининград), Научно-исследовательское предприятие «Рыборазведение» (г. Братск), ООО «Промгидроакустика» (г. Петрозаводск), Байкальский музей СО РАН (Иркутская обл., пос. Листвянка). 16 работ участников конференции были представлены стендовыми докладами.

**Исторические аспекты сиговодства в России.** История отечественного рыбоводства восходит к опытам Владимира Павловича Врасского по искусственному оплодотворению икры рыб (в том числе сиговых) так называемым «русским, сухим методом», общепринятым в настоящее время в международной рыбоводной практике. Разработанный им метод явился продолжением

24-летних исследований немецкого ученого С.Л. Якоби, доказавшего, что оплодотворение у рыб и лягушек происходит во внешней среде, в воде, а не внутриутробно, как представлялось научной общественности 2-й половины XVIII века. Это открытие позволило предложить метод искусственного разведения форелей, правда, с низким процентом оплодотворения, так как, имитируя естественный нерест форелей *Salmo trutta* L. в природе, сначала в емкость с водой выдавливалась сперма, а потом их икра. Но за время между этими операциями инактивировались сперматозоиды, а яйцеклетка начинала набухать, не будучи оплодотворенной. Эти данные были опубликованы в 1863 г. в «Ганноверском журнале» в Германии [Скаткин, 1962].

Следующим исследователем, проводившим в 1853 г. опыты по искусственному оплодотворению икры речного окуня *Perca fluviatilis* L., а в 1860 г. по стимулированию икрометания осетровых рыб, был академик РАН Карл Максимович Бэр. Этот учёный в 1854 г. совместно с профессорами К.Ф. Кесслером и К.Ф. Рулье посетил основанный В.П. Врасским в собственном имении Никольском на реке Пестовка, впадающей в озеро Велье, на Валдае, первый в России рыболовный завод. На этом предприятии в то время уже проводилось инкубирование икры и подращивание молоди лососей (1,15 млн икринок), форелей (50 тыс.) и сига (5 млн). Кроме того, проводились эксперименты по искусственному разведению палии *Salvelinus lepechini* Gmelin, налима *Lota lota* L., сига *Coregonus lavaretus lavaretus* L., ряпушки *C. albula* L., стерляди *Acipenser ruthenus* L. и золотого карася *Carassius carassius* (L.).

Главной заслугой В.П. Врасского, окончившего Дерптский (ныне Тартуский) университет по специальности юриспруденция, перед рыбохозяйственной наукой стала синхронизация процесса оплодотворения зрелой яйцеклетки рыбы спермой самцов в момент попадания в водную среду, до начала набухания оболочек и образования перивителлинового пространства. Он первый понял, что необходимо сократить до минимума время и расстояние между сперматозоидами и микропилем яйцеклетки. В.П. Врасский установил, что процент оплодотворения икры обратно пропорционален времени между процессом оводнения икры и добавлением спермы к икре. Для устранения причин низкой оплодотворяемости икры рыб он стал без воды перемешивать плавающую в овариальной жидкости зрелую икру рыб со спермой самцов, после чего добавлял воду для активации подвижности сперматозоидов и запуска процесса набухания оболочек яйцеклеток. Эти исследования были осуществлены при содействии приглашенного из Санкт-Петербурга зоолога доктора Ю.О. Кноха, применившего для наблюдения за подвижностью спермы, процессом набухания оболочек икры и развитием зародышей «детский» микроскоп с увеличением до  $\times 500$  и широким полем обзора. Так, в 1856 г. был создан «сухой, русский» метод искусственного оплодотворения икры рыб. Он стал продолжением экспериментов по разведению сёмги *Salmo salar* L. и форели французских рыбодоводов Ж. Реми, А. Жеэна и Ж.В. Коста, при содействии натуралиста Д. Аксо, которые с 1840 по 1859 гг. воспроизводили в искусственных условиях естественный процесс икрометания, без учёта фактора времени. Проверая и совершенствуя открытый им способ, В.П. Врасский провел опыты на икре налима, плотвы *Rutilus rutilus* L., щуки *Esox lucius* L., ерша *Gymnocephalus cernuus* (L.), уклеи *Alburnus alburnus* (L.), снетка *Osmerus eperlanus* (L.) — всего 15 видов рыб [Скаткин, 1962]. Неудачей В.П. Врасского стала невозможность получения полностью зрелых половых продуктов и высокого процента оплодотворения икры леща *Abramis brama* (L.) и карася *Carassius carassius* (L.). Но кто в те времена мог знать о порционном икрометании у рыб?

Крайне ценно для рыбоводства открытие В.П. Врасским факта достаточно длительного сохранения оплодотворяемости икры после её овуляции, но оста-

ющейся в теле самки. Так, им было осуществлено оплодотворение икры снулых самок и самцов невского лосося *Salmo salar* L. через 27 часов! Им также установлено регулирующее воздействие температуры воды на скорость развития икры и доказана возможность ускорения или замедления эмбриогенеза и вылупления личинок, приурочивая их выпуск в естественные водоемы к моменту появления в них кормовых объектов. В.П. Врасским также было открыто явление асфиксии развивающихся зародышей при скученности и недостаточном водообмене в инкубационном аппарате Коста. Он провел оплодотворение икры ершей и окуней спермой, собранной за 6 сут. до оплодотворения и сохранявшейся в пробирке при температуре порядка 0 °С [Скаткин, 1962]. Умер этот естествоиспытатель в 33 года, в 1868 г., простудившись при рыболовных мероприятиях на озере Пестово Новгородской губернии.

Первый отечественный Никольский рыболовный завод был оснащён песчаными фильтрами для очистки воды, чанами — распределителями для регулирования её подачи, лотками, в которых размещались плоские с развивающейся икрой. В цехе были расположены чаны, в которых выдерживались производители форели и лосося. Завод располагал прудами для подращивания молоди и собственным маточным стадом форелей. Степень оплодотворения икры оценивалась 90 % [Федюкин, 1970].

Параллельно работам В.П. Врасского, на Урале крестьянин господ Демидовых (владельцев Нижне-Тагильских металлургических заводов), лекарский ученик Пётр Малышев занимался искусственным разведением налимов. Его статья в Трудах Вольного экономического общества была опубликована в 1856 г. На следующий год П.И. Малышев на реке Маке (бассейн реки Тобол) приступил к строительству рыболовного завода собственной конструкции с тремя проточными бассейнами. Там же он создал предприятие по разведению пиявок, и с 1847 по 1959 г. госпиталям и частной врачебной практике более продано 25 тыс. пиявок [Скаткин, 1962]. После кончины В.П. Врасского завод принял и расширил его торгово-хозяйственную деятельность, юрист М.К. Репинский. В период с 1871 по 1879 г. заводом было продано более 100 тыс. икринок и около 30 тыс. мальков форели и волховского сига. В прудах выращивали сигов и стерлядь, а с 1870 по 1899 г. продавалось ежегодно 600—700 пудов товарной рыбы [Скаткин, 1962].

В 1879 г. после М.К. Репинского Никольский завод возглавил профессор зоологии Петербургского лесного института Оскар Андреевич Гримм, добившийся в Министерстве земледелия создания при Никольском заводе лабораторий ихтиологии, гидробиологии, гидрохимии и других смежных специальностей, в которых стажировались студенты и рыболовы-заводчики, сделав рыболовный завод научным центром искусственного разведения рыб. В 1869 г. с разрешения Департамента земледелия О.А. Гримм открыл в Петербурге «Музей искусственного разведения рыб», где проводилось искусственное разведение лососей, озерной форели, сигов, хариусов *Thymallus thymallus* (L.), нельмы *Stenodus leucichthys* (Gueld.), стерлядей, ершей, окуней, щук, а также корюшки *Osmerus eperlanus* L. для «прокормления ею разводимых хищных видов» [Скаткин, 1962]. А в 1896 г. Министерство земледелия разрешило открыть 3 новых отделения Никольского рыболовного завода: Юрьевское (г. Тарту) для зарыбления Чудского озера и бассейна Балтийского моря, Лужское — на реке Луге и Куринское на Кавказе, на реке Куре для разведения куринолососа *Salmo trutta caspicus* Kessler и выпуска его в Каспийское море [Федюкин, 1970].

**Сиговодство на Байкале.** Следующим шагом развития рыболовства в России в начале XX в. стала разработка в 1920 г. Константином Николаевичем Пантелеевым биотехники искусственного воспроизводства сиговой рыбы —

байкальского омуля *Coregonus autumnalis* Pall.. В то время господствовало мнение (по аналогии со способом размножения лососей), что сиговые рыбы, в том числе байкальский омуль, во время нереста закапывают свою икру в грунт нерестилищ. Воздействие же света на развитие икры сиговых рыб так же губительно, как и для икры лососевых рыб. Исследования К.Н. Пантелеева были востребованы, т.к. в 90-е гг. XIX в. произошло резкое сокращение численности байкальского омуля. Для выяснения причин в 1900 г. на Байкал был приглашен профессор Харьковского университета Александр Коротнев. Ознакомившись с записями ежегодных уловов Посольского монастыря за более чем столетний период, он выявил факт перелова омуля, идущего на нерест в Селенгу, и дал рекомендации по выходу из создавшегося положения, в том числе и по искусственному воспроизводству [Кожов, 1962]. Бывший «Лесной кондуктор», заведующий Селенгинским промысловым районом К.Н. Пантелеев и жители села Жилино, Кударинской волости, на берегу Селенги оборудовали в рубленной крестьянской избе рыбоводный пункт, оснастив его четвертными стеклянными бутылками в качестве аппаратов Вейса. Из заложенных осенью 1920 г. 70 тыс. икринок омуля, весной в Селенгу было выпущено 50 тыс. личинок. Осенью 1924 г. в г. Улан-Удэ вновь была оборудована опытная рыбоводная станция и проинкубировано более 100 тыс. икринок омуля [Стариков, Максимова, 1958; Стариков, 1973]. Скончался К.Н. Пантелеев осенью 1927 г. при закладке оплодотворенной икры омуля в грунт р. Большая. В том же году на р. Большая близ железнодорожной станции «Посольск» начато строительство рыбоводного завода, которое было закончено в 1933 г. Одноэтажное деревянное здание было оснащено шестиярусными стойками, в которых установили 375 аппаратов Вейса вместимостью 120 млн икринок омуля. Первая закладка икры составила 44,5 млн икринок. Отход икры оказался 100 % из-за перебоев подачи воды и низкой квалификации рыбоводов. Оптимальный расход воды на один аппарат, как и в настоящее время, был определен в среднем 2 л/мин. Большереченский рыбоводный завод – первенец сиговодства в Сибири, «переболел» всеми «детскими» болезнями первых лет освоения. Отказывали насосы, плохо регулировалась подача воды в баки-распределители, забивало листом и грязью во время ледостава реки верхние лотки и аппараты, что приводило к гибели икры. Неумение отбирать погибшую икру вызывало массовое поражение сапролегнией. Но рыбоводы набирались опыта, совершенствовались биотехнику отлова и выдерживания производителей, повышали качество собираемой икры и методы ее инкубации. Трижды пытались закрыть завод как нерентабельный, но наведение порядка в подаче воды в цеха новым директором Д.С. Норенко (учеником Б.И. Черфаса) и модернизация стоек и инкубационных аппаратов старшими рыбоводами П.С. Стариковым и В.А. Ключниковым значительно улучшили биотехнику искусственного воспроизводства омуля. Исследования К.И. Мишарина [1953] показали, что промысловый возврат от икры на естественных нерестилищах составляет 0,05–0,07 %, а при заводском разведении и отсутствии естественного нереста он возрастает до 0,22 %. Рассчитанный коэффициент промыслового возврата от выпущенных личинок оказался выше 1 %, и завод был сохранен. В период с 1933 по 1939 гг. ежегодно закладывалось на инкубацию 138,1 млн икры омуля со средней выживаемостью 50,1 %. С 1940 по 1945 гг. – 164,1 млн икры с выживаемостью 67 %. С 1946 по 1950 гг. – 174,0 млн с выживаемостью икры уже была 75 %. С 1951 по 1955 гг. из заложенных в среднем 269,9 млн икринок омуля выживаемость составила 70 %. Увеличение мощности завода за счет уплотнения загрузки икры в аппаратах несколько снизило рыбоводные показатели. В 1956 г. пущен новый кирпичный корпус инкубационного цеха. С шестиярусных стоек в цехах старого завода перешли на двухъярусные, а затем, в целях экономии

воды, на трехъярусные стойки, повысив мощность завода со 150–200 до 250–300 млн икринок омуля [Стариков, 1973]. С 1956 по 1960 г. закладывали (с учетом того, что был пущен еще один цех) 433,2 млн икринок омуля. Выживаемость составила 77,3 %. С 1961 по 1965 г. из-за общего падения численности омуля в Байкале было проинкубировано 400,0 млн икры, а с 1966 по 1970 гг. — 526,0 млн. В 1980-е годы закладывался 1 млрд икринок.

Параллельно происходил рост нерестового стада посольской расы омуля. Если в 1932–1933 гг. в речках, впадающих в зал. Посольский сор, с большим напряжением вылавливалось 100–200 ц омуля в год, то в 1934–1943 гг. его вылавливали уже до 700 ц. К 1950 г. вылов производителей увеличился до 1500 ц. С 1951 по 1962 г. уловы превысили 2500 ц в год, а в 1972 г. было выловлено более 5000 ц производителей. До 1969 г. общий улов искусственно разводимого омуля в реках и в Байкале достигал 10 тыс. ц. Стоимость общего улова, в пересчете на рыбную продукцию, во много раз превышала средства, затрачиваемые на рыборазведение. В течение 50 лет с момента основания завода происходил устойчивый рост объемов сбора икры: с 37 млн штук в 1934 г. до 1,8 млрд в 1984 г. С 1970-х годов Большереченский рыбоводный завод (БРРЗ) оснащен крытым садковым хозяйством для нереста производителей, где внедрен экологический метод сбора икры [Дзюменко, 1984]. Это улучшило условия труда рыбоводов и качество икры [Майстренко, Кильдюшкин, 2001].

Толчком к созданию сети рыбоводных заводов в послереволюционный период в России стал процесс реализации проекта ГОЭЛРО по электрификации СССР, по которому в 1930-е годы были построены электростанции на реках Волхов, Свирь, Днепр, Волга и Кура, перекрывших нерестовые пути промысловых рыб. В целях компенсации (только для воспроизводства сиговых рыб) были построены: в 1927 г. — Волховский сиговый завод, в 1932 г. — Большереченский омулёвый, в 1933 г. — Онежский рыбоводный завод [Черняев, 1980]. После Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. был восстановлен Никольский рыбоводный завод. В 1945 г. запущен Приозерский, а в 1948 г. Шипулинский цех Псковрыбпрома мощностью 50 млн икры пеляди и сига. В 1953 г. на Урале был пущен Аракульский рыбоводный завод мощностью в 150–2000 млн икры для выращивания сига, пеляди и чира. Для воспроизводства белорыбицы в 1955 г. на Волге был создан Кизанский рыбоводный завод с расчетной мощностью 4,7 млн икры, а в 1961 г. — Волгоградский мощностью 147 млн икринок белорыбицы. В 1970 г. был пущен Александровский завод проектной мощностью 1,2 млн икринок [Летичевский, 1983].

В Байкальском регионе, опираясь на опыт Большереченского завода, на берегу Малого моря Байкала был построен Сарминский омулёво-сиговый рыбоводный завод мощностью в 150 млн икринок (1960–1973). Это предприятие, созданное в неблагоприятном месте (во время инкубации икры в осенне-зимний период ветер «сарма» достигает ураганной силы 35 м/с при отрицательных значениях температуры минус 25–40 °С), решением Байкалрыбпрома было ликвидировано. Чивыркуйский завод (1972) мощностью в 280 млн икринок омуля был также в дальнейшем закрыт [Черняев, 1980].

На р. Белой, впадающей в Братское водохранилище в 1969 г. был пущен Бельский рыбоводный завод мощностью 150 млн икринок омуля и цехом для инкубации икры сибирского осетра. На берегу Ангары в Иркутском водохранилище Бурдугузский рыбцех (1967) мощностью в 150 млн икринок совместно с Бельским заводом осуществляют зарыбление Братского водохранилища.

В конце 1970-х началось строительство экспериментального Селенгинского омулево-осетрового рыбоводного завода на р. Селенге мощностью 1 млрд икринок омуля. Водоснабжение пущенного в 1982 г. Селенгинского рыбоводно-

го завода принудительное, за счет оснащенной фильтрами насосной станции [Дзюменко, Шемякин, Палубис, 1986].

В Байкальском регионе, в Бурятии в 1980 г. был также запущен Баргузинский рыбоводный завод на р. Ина мощностью 200 млн икринок омуля. Эти заводы оснащены экологическими лотками Дзюменко-Семенченко (1987), обеспечивающими естественный нерест производителей омуля в искусственных условиях рыбоводного предприятия и увеличение процента оплодотворения икры с 70 % до 92,3 %, а также снижение гибели икры в процессе инкубации с 54–55 % до 12–16 %, по сравнению с искусственно оплодотворенной икрой. Эти результаты получены вопреки высокому содержанию в поступающей на завод воде железа и  $\text{CO}_2$  (0,21 и 5,2 мг/л соответственно) [Семенченко и др., 2001].

Рыбоводство на Байкале столкнулось с необычной проблемой – значительным превышением мощности Большереченского рыбоводного завода по сравнению с ограниченной кормовой базой Посольского сора, в который впадает р. Большая. Для выпускаемых с завода личинок в данной акватории Байкала, учитывая олиготрофность данного водоёма, не хватает корма. Это подтверждает тот факт, что, несмотря на постоянное увеличение количества выпускаемой продукции рыбоводного завода, уловы производителей, заходящих на нерест, мало варьируют в сторону роста и колеблются в пределах 5–7 тыс. ц. В порядке эксперимента М. Тумановым личинки омуля вывозились и выпускались в зал. Посольский сор и прибрежную, свободную ото льда, зону мелководий Байкала, чем избегалось выедание личинок гольяном и гибели в заросших травой полях р. Большой. Из-за задержки развития более чем на месяц и недостаточной освещенности в условиях искусственного воспроизводства личинки, выпущенные с рыбоводного завода, лишены запасов питательных веществ, которые они израсходовали за время передерживания в оболочках [Черняев, Довгий, 1969; Черняев, 1982]. К концу мая – началу июня они уже не встречают концентрированный зоопланктон под нижней кромкой льда, так как к этому времени лед тает, и ветровая деятельность приводит к рассредоточению планктона по всей толще мелководий. Сам зоопланктон качественно меняется: коловратки и науплиусы копепод уступают место значительно более крупным по размерам копеподам и кладоцерам. Кроме того, личинки сига в этот момент сталкиваются с конкуренцией личинок щук, окуней, плотвы, которые тоже начинают питаться зоопланктоном [Мазепова, 1957; Кожов, 1972; Тугарина, Купчинская, 1977; Черняев, 1982; Сорокин, Сорокина, 1988]. Для разрешения этих узких мест, рыбоводам желательно построить от завода до Посольского сора канал, тогда отпадет необходимость вывоза личинок в сор, и оптимизируются условия захода и созревания производителей искусственно воспроизводимой популяции омуля.

Исследования эколого-физиологических особенностей эмбрионально-личиночного развития сиговых рыб [Черняев, 1968, 1971, 1982, 1984, 1990, 1997, 2004, 2007; Богданов, 1983, 1984, 1997; Зюсько и др., 1992; Русанов и др., 2003] показали, что икра сиговых обладает особенностями, заставляющими пересмотреть некоторые нормативы и биотехнические приемы инкубации икры и подращивания молоди. Была выявлена факультативная способность оплодотворенной икры к нормальному развитию при вмораживании в лёд в момент нереста (в состоянии «пагона»), что объясняет низкий уровень дыхательной активности в процессе эмбриогенеза. Оплодотворенная икра сиговых рыб чрезвычайно чувствительна к механическим воздействиям до этапа органогенеза, и перемешивание икры с водой в аппарате Вейса первые 27–30 сут развития (для сига и омуля) должно быть минимальным. Низкая дыхательная активность икры допускает нормальное развитие при слабом водообмене до этапа

образования эмбриональной системы кровообращения (до стадии «глазка», т.е. до 55–60 сут развития), после чего следует постепенно увеличивать подачу воды в инкубационный аппарат.

Условием успешного завершения инкубационного процесса является достижение темпа развития зародышей, обеспечивающего вылупление и скат личинок в естественно обусловленные сроки – ранней весной, когда поверхность озера еще покрыта льдом. Ведущим, регулирующим темп развития фактором развития икры сиговых рыб, особенно при отрицательных значениях температуры льда, внутри которого развивается икра сигов, является частота, продолжительность и интенсивность солнечного сияния [Рубенян, Мурадян, Рубенян, 1990; Черняев, 1993, 2004]. Установлено [Черняев, 1993, 2007], что солнечный свет начинает воздействовать на развивающуюся икру сига, начиная с этапа органогенеза, т.е. после 30 сут развития. Окрашенная каротиноидными пигментами и цитохромом, а на поздних этапах развития и меланином в пигментных клетках, и гемоглобином в эритроцитах крови, икра сиговых рыб, находясь в инкубационном аппарате в количестве порядка 250 тыс., поглощает незначительную часть необходимой световой энергии. При перемешивания икры в аппарате каждая икринка только на 2–4 мин появляется на освещенной дневным светом поверхности остальной массы икры каждые 30 мин, что совершенно недостаточно для физиологического воздействия светового фактора. На поверхности нерестилищ икра омуля получает световой энергии почти в 300 раз больше, чем в инкубационном аппарате Вейса [Черняев, Довгий, 1969]. Для выпуска личинок в естественные сроки, необходимо освещать икру в аппаратах Вейса с определенной периодичностью мощными лампами, либо подогревать воду до необходимых для вылупления температур. Возможно, в дальнейшем физиологи смогут найти дешевые и эффективные препараты, стимулирующие физиологические процессы вылупления эмбрионов из оболочек.

Проектирование и строительство Верхнеангарского омулёво-осетрового рыбоводного завода должно увеличить и стабилизировать численность северобайкальской популяции омуля, охватывающей своими миграциями 2/3 акватории Байкала. Выращивание личинок омуля и других сиговых рыб до стойких этапов развития и выпуск в выростные водоемы требует затрат корма. По данным польских рыбоводов [Зелинский, 1974], площадь приозерных прудов для подращивания личинок сиговых рыб должна составлять 1 % поверхности зарыбляемых озер. Плотность посадки 100–200 тыс. личинок на гектар. Глубина озер должна составлять не менее 15 м, прозрачность воды свыше 2 м, в 1 л воды должно находиться не менее 10 планктонных организмов. Андрле [1970] сообщает, что в Чехии при плотности посадки личинок сиговых рыб 1500–2000 шт/га осенью получают 400–500 шт/га сеголеток длиной 10–12 см. Весной годовиков помещают в нагульные пруды с плотностью 50–60 шт/га и к осени вылавливают рыбу массой 500–600 г. Для гидроклиматических условий Германии [Пулина, 1977] суточная доза живого корма (науплии) на одну личинку сига должна составлять в первую неделю 40, во вторую – 80, в третью – 150 штук.

Таким образом, путь интенсивного выращивания сиговых рыб очень перспективен, однако требует значительных материальных затрат.

**Анализ современной ситуации на Большереченском заводе.** Перед началом заседаний была организована поездка ее участников за 130 км от г. Улан-Удэ на Большереченский рыбоводный завод для знакомства с его технической базой и проблемами. Основанный К.Н. Пантелеевым в 1932 г. завод инкубирует в настоящее время 1,5 млрд икринок омуля (общим весом около 24 т). Переоборудованное по нашим рекомендациям в 1971 г., это предприятие рас-

полагает крытой садковой базой, пропускающей через себя часть стока р. Большой. Для обеспечения естественного нереста производителей омуля в контролируемых условиях садковая база оснащена «экологическим лотком» конструкции Н.Ф. Дзюменко. Этот биотехнический прием привел к почти 100 % оплодотворению омулевой икры и выживаемости почти 90 % развивающихся в 8-литровых аппаратах Вейса эмбрионов. В настоящее время этот рыбоводный завод нуждается в капитальном ремонте и переоснащении. Представляется несправедливым существующее на данный момент положение, при котором продукция рыбоводных предприятий реализуется сторонними рыбодобывающими организациями, без отчисления части доходов от реализации рыбы в пользу рыбоводов для поощрения их труда, а также для обновления и ремонта производственной базы предприятия, что делает рыбоводов мало заинтересованными в усовершенствовании воспроизводства омуля. По причине недостаточного финансирования рыбоводного предприятия большая часть его оборудования изношена и морально устарела. На современных рыбоводных предприятиях для водоподающих систем применяют трубы из ударопрочной пластмассы. На БРРЗ аппараты Вейса изготавливают из непрозрачного пластика. При этом не учитывается, что темпы эмбрионального развития омуля напрямую зависят от количества световой энергии, полученной в процессе эмбриогенеза, и время вылупления зародышей из икры зависит от освещенности.

Под давлением браконьеров после ликвидации рыбоохраны «Байкалрыбовода», пункт отлова производителей омуля был перебазирован в низовья р. Большой на урочище Бельская грива. Производители омуля на этом отрезке реки находятся еще на IV стадии зрелости гонад и не готовы к икрометанию, а их перевозка на рыбоводный завод и выпуск в нерестовый цех травмирует производителей.

**Сообщения, представленные на конференции.** Опубликован сборник «Состояние и проблемы искусственного воспроизводства рыбных запасов Байкальского региона», Изд. Дом «ЭКОС», Улан-Удэ, 2008, 112 с. Доклады делятся на следующие темы:

1. Условия воспроизводства, как на естественных нерестилищах, так и на рыбоводных заводах (Дзюменко, Базов, Базова, Ханаев).

2. Определение биомассы и состояние запасов омуля (Варнавский, Калягин, Петров, Смирнова-Залуми, Мельник, Дегтев, Соколов и др., Смирнов, Аверин, Орлов).

3. Совершенствование биотехники искусственного воспроизводства сиговых рыб (Черняев, Дзюменко, Неронов, Мамонтов, Павлов).

4. Существенным, как с биологической, так и с практической точки зрения вопросам биологии рыб, были посвящены следующие работы: «Молекулярно-генетическая идентификация микрофлоры рыб» (Белькова, Дзюба, Суханова), «Биологически активные вещества черного байкальского хариуса» (Глызина, Федорова и др.), «Уровни накопления полихлорированных бифенилов в байкальском омуле» (Никонова, Горшков и др.), «Особенности состава и структуры клеток крови омулей...» (Яхненко, Клименков, Пастухова) и ряд других тем, включая строение плавательного пузыря и отолитов.

В сообщении Н.Ф. Дзюменко «Новая биотехнология искусственного разведения байкальского омуля...» приведены результаты исследований дыхательной активности эмбрионов байкальского омуля при различных режимах водообмена в инкубационных аппаратах и даже в случае временной остановки водообмена. Они направлены на сокращение расхода воды, подаваемой в цеха за весь период инкубации в целях экономии электроэнергии. С точки зрения физиологических особенностей развития икры сиговых рыб, данное исследование

заслуживает пристального внимания. Но предлагаемые выводы из результатов этих опытов вызывают сомнение. Некоторые положения статьи Н.Ф. Дзюменко можно принять во внимание только в случаях аварийных остановок водоснабжения рыбоводных предприятий, учитывая, что главным условием нормальной инкубации икры является бесперебойное обеспечение водой. Недаром Д.С. Норенко (директор Большереченского завода с 1954 по 1967 г.) в основу своей деятельности ставил энерго- и водообеспечение предприятия, оставив всю биотехнологию старшему рыбоводу П.С. Старикову. Протекающая через инкубационные аппараты вода выполняет несколько важнейших функций. Закачиваемая непосредственно с нерестилищ, она обеспечивает естественный температурный режим инкубации, доставляет к поверхности оболочек икринок кислород, удаляет углекислый газ и другие продукты обмена, перемешивает массу икры, вымывая споры грибка сапролегнии, начинающего паразитировать на погибшей икре. Подаваемая в аппарат вода за счет гидравлического удара может разорвать цитоплазматическую оболочку желтка зародыша, находящегося в процессе обрастания. Опытные рыбоводы, зная о низкой дыхательной активности икры сиговых рыб на ранних этапах развития и повышенной чувствительности зародышей к механическому воздействию струи воды, снижают подачу воды в 8-литровый аппарат Вейса до 2 л/мин. При этом процесс «самоотбора» (т.е. всплывания и скапливания в верхней части емкости) погибшей икры за счет разной плотности живой и погибшей икры продолжается. Предлагаемые Н.Ф. Дзюменко инкубационные аппараты большой вместимости (40 л) нами уже тестировались в середине 60-х годов. Было установлено, что в массе икры омуля, инкубируемой в аппарате емкостью свыше 8 л, из-за неполного перемешивания и образуются «мертвые» зоны, в которых икра застаивается. Они были выявлены при помощи забора проб воды трубками — зондами внутри массы икры. Эти зоны повышенного содержания углекислого газа и низкой концентрации кислорода располагались цилиндрически вдоль стенок сосуда, а поступающая вода создавала центральный восходящий поток из икринок, которые после выдавливания к периферии инкубационного аппарата опускались вниз по его стенкам. На естественных нерестилищах развивающаяся икра омуля получает порядка 2812,3 Дж/см<sup>2</sup> световой энергии за весь период развития, в то время как в 8-литровых аппаратах Вейса — только 251,4 Дж/см<sup>2</sup> [Черняев, 1982]. Предлагаемые рыбоводные аппараты повышенной вместимости без дополнительной подсветки (а это дополнительная трата электроэнергии), из-за неполного перемешивания на фоне недостаточной освещенности будут производить на свет одних уродливых и нежизнеспособных личинок. Существующие аппараты Вейса из-за недостаточного поступления световой энергии к развивающейся икре задерживают вылупление личинок на полтора–два месяца [Черняев, 1982, 1990], что снижает их шансы на выживание. Так в естественных условиях скат личинок омуля с нерестилищ происходит в начале апреля, при низком уровне реки. Они быстро сплывают в мелководную зону, где мелкий зоопланктон сконцентрирован под нижней кромкой ледяного покрова, и переходят на активное питание. Личинки, выпускаемые в мае–начале июня, оказываются в менее благоприятных условиях, т.к. в это время происходит нерест голяна и затопление зарослей прошлогодней травой поймы, в которой и гибнет большинство личинок. Наши предыдущие исследования показали, что за световой день один голян потребляет 120–150 личинок омуля. Таким образом, нерестовое стадо голяна наносит существенный ущерб воспроизводству байкальского омуля. В Посольском соре зоопланктон к тому времени становится крупней и не образует существенных скоплений, что уменьшает возможность перехода личинок омуля на внешнее питание. Проведенные бывшим директором БРРЗ М. Тумановым пробные выпуски ли-

чинок омуля непосредственно в Посольский сор, минуя заросшие травой полои и скопление гольяна, не были проанализированы научными коллективами.

Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С., Аверин А.И., Синюкович В.Н., Орлов С.И. в докладе «Динамика численности поколений посольской популяции байкальского омуля в связи с уровневый режимом Байкала» провели сравнение количества отловленных искусственно воспроизводимых производителей байкальского омуля с численностью выпущенных с рыбоводного завода личинок за 50-летний период (с 1950 по 2000 гг.). Авторами выявлено несоответствие нарастания мощности рыбоводного завода (до 1,5 млрд икринок) с крайне низким количеством возвращающихся производителей и полным отсутствием коррелятивных связей между численностью поколений и количеством выпускаемых личинок омуля. Исследователи приходят к выводу, что численность поколений байкальского омуля более тесно связана с водным балансом Байкала, чем с рыбоводными усилиями.

Результаты исследований численности омуля, проведенные группой авторов из Иркутска, Листвянки, Петрозаводска, Калининграда и Улан-Удэ (всего 15 ученых во главе с Н.Г. Мельник) обнародованы под названием: «Гидроакустическая оценка распределения омуля в озере Байкал в мае-июне 2007 г. для определения его запаса». Данные, полученные в 2007 г. по разработанной авторами методике, подтвердили результаты 2000–2004 гг. Рассчитано, что биомасса байкальского омуля колеблется в пределах 20,8 тыс. т. В то же время существуют расчеты [Мамонтов и др., 2004], оценивающие запасы байкальского омуля в 50 и даже 85 тыс. т! Авторы считают, что столь высокие оценки подлежат перерасчету по методике экстраполяции данных отдельных галсов эхолотирования на прилегающие акватории. К сожалению, вниманием организаторов конференции были обойдены такие центры исследований сиговых рыб как г. Екатеринбург (В.Д. Богданов), г. Магадан (А.В. Шестаков), г. Вологда (Н.Л. Болотова), г. Псков (О.А. Лебедева), г. Петрозаводск (О.П. Стерлигова) и многие другие.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Богданов В.Д. 1983. Выклев и скат личинок сиговых рыб уральских притоков Нижней Оби // В кн.: Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби.— Свердловск. УНЦ АН СССР.— С. 55–79.
- Богданов В.Д. 1984. О динамике численности сиговых рыб, нерестящихся в р. Сев. Сосьва // Тезисы 4-го Всесоюз. совещ. Вид и его продуктивность в ареале. Ч. 3. Рыбы. Эколого-физиологические адаптации человека и животных к условиям Севера.— Свердловск.— С. 6–7.
- Богданов В.Д. 1997. Экология молоди и воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби // Автореф. дисс. д-ра биол. наук.— М.: ИПЭЭ РАН.— 16 с.
- Дзюменко Н.Ф. 1984. Новая технология сбора икры байкальского омуля.— М.: Рыбное хозяйство. № 10.— С. 26–27.
- Дзюменко Н.Ф., Семенченко С.М. 1987. Сбор икры сиговых рыб в речных условиях.— М.: Рыбное хозяйство. № 6.— С. 44–46.
- Дзюменко Н.Ф., Шемякин В.П., Палубис С.Э. 1986. Сбор икры байкальского омуля на Селенгинском рыбоводном заводе.— М.: Рыбное хозяйство. № 6.— С. 33–35.
- Зюсько А.Я., Русанов В.В., Черняев Ж.А. 1992. Особенности биологии валька реки Чара // Вопр. ихтиол. Т. 33. Вып. 5.— С. 63–73.
- Кожов М.М. 1972. Очерки по байкаловедению. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во.— 254 с.
- Мазепова Г.Ф. 1957. К познанию вертикальных миграций *Cyclops colensis* Lill. Озера Байкал // Изв. Вост.-Сиб. фил. АН СССР. № 4–5.— С. 213–225.
- Майстренко С.Г., Кильдюшкин В.А. 2001. Большереченский рыбоводный завод // Состояние и проблемы искусственного воспроизводства байкальского омуля.— С-Пб.: ГосНИИОХР.— С. 34–54.
- Мишафин К.И. 1953. Естественное размножение и искусственное разведение посольского омуля в Байкале // Изв. БГИ при ИГУ. Т. XIV. Вып. 1–4.— Иркутск.— С. 3–132.
- Мишафин К.И. 1958. Байкальский омуль // Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал.— Иркутск: Иркутское книжн. изд. С. 130–287.

- Пулина Г.А. 1977. Опыт выращивания сиговых за рубежом // Тезисы докл. Всес. Совещ. по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб (Тюмень).— М.: ЦНИИТЕЭИРХ.— С. 87–90.
- Рубенян А.Р., Мурадян В.М., Рубенян Т.Г. 1990. Влияние интенсивности освещения на икру сига озера Севан // Тезисы IV Всес. Сов. по биол. и биотехн. развед. сиговых рыб.— Ленинград.— С. 63–64.
- Русанов В.В., Зюсько А.Я., Липатова Т.В., Черняев Ж.А. 2003. Валёк (*Prosopium cylindraceum*) — новый объект рыбоводства // Современное состояние рыбоводства и перспективы его развития. Междунар. научно-практич. конф. Екатеринбург.— С. 43–51.
- Семенченко С.М., Палубис С.Э., Неронов Ю.В. 2001. Экспериментальный Селенгинский рыбодный завод // Состояние и проблемы искусственного воспроизводства байкальского омуля.— С-Пб.: Востсибрыбцентр.— С. 56–63.
- Скаткин П.Н. 1962. Биологические основы искусственного рыборазведения. (Исторический очерк).— М.: Изд. АН СССР.— 244 с.
- Сорокин В.Н., Сорокина А.А. 1988. Биология молоди промысловых рыб Байкала.— Новосибирск: Наука.— 214 с.
- Стариков П.С. 1973. Опыт учета выживаемости икры омуля на естественных нерестилищах реки Большой // Изв. БГИ при ИГУ. Т. 14, Вып. 1–4.— Иркутск.— С. 133–148.
- Стариков П.С., Максимова Ф.И. 1963. Искусственное разведение байкальского омуля.— Улан-Удэ: Бурятское книжное изд-во.— 28 с.
- Тузарина П.Я., Купчинская Е.С. 1977. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Байкало-Ангарского бассейна.— Новосибирск: Наука. Сиб. отд.— 104 с.
- Федюкин К.Ф. 1970. Владимир Павлович Врасский.— Ленинград: Изд-во Наука.— 106 с.
- Черняев Ж.А. 1969. О принципах размещения рыбоводных заводов на Байкале в связи проблемой перемещения промысла омуля в реки // Вопросы рыбного хозяйства Восточной Сибири. СО АН СССР.— Иркутск.— С. 34–37.
- Черняев Ж.А. 1973. Размножение и развитие байкальского озерного сига (*Coregonus lavaretus baicalensis*) в связи с вопросом его искусственного разведения // Вопросы ихтиологии. Т. 13. Вып. 2 (79).— С. 259–274.
- Черняев Ж.А. 1980. Развитие сигового рыбоводства в нашей стране // Лососевидные рыбы.— Ленинград: Изд-во Наука.— С. 290–301.
- Черняев Ж.А. 1982. Воспроизводство байкальского омуля.— М.: Легкая и пищевая промышленность.— 128 с.
- Черняев Ж.А. 1985. К вопросу о целесообразности строительства омулёвого рыбоводного завода на реке Верхняя Ангара на Северном Байкале // Тезисы докл. Третьего всесоюз. Совещания по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. Тюмень.— Минрыбхоз СССР.— С. 368–370.
- Черняев Ж.А. 1990. Эколого-физиологические особенности размножения и развития сиговых рыб // Автореф. докторской диссерт.— М.: Изд-во ВНИРО.— 20 с.
- Черняев Ж.А. 1993. Воздействие светового фактора на эмбриональное развитие сиговых рыб // Известия АН. Сер. биол.— М.— С. 64–73.
- Черняев Ж.А. 1997. Эколого-физиологические особенности размножения и развития сиговых рыб // Тез. Конгресса Ихтиол. России. Астрахань.— С. 179.
- Черняев Ж.А. 2004. Эколого-физиологические особенности эмбриогенеза сиговых рыб (*Coregonidae*) как представителей «пагофильной» группы размножения // Труды каф. зоол. позвоночных ИГУ. Т. 2.— С. 132–147.
- Черняев Ж.А. 2007. Факторы и возможные механизмы, вызывающие изменения темпов эмбрионального развития костистых рыб (на примере сиговых *Coregonidae*) // Вопр. ихтиол. Т. 47. № 4.— С. 475–485.
- Черняев Ж.А., Довгий Т.Н. 1969. О воздействии световой радиации на развитие икры сиговых рыб // Вопросы рыбного хозяйства Восточной Сибири.— Иркутск.— С. 50–52.
- Andrle V. 1970. Nektere zkusenosti z umelego odchovu ciha voreny v oblasti reditunstvi Statniho rybarstvi v Velkem Mesirici // Vertebrat zpavy. № 2. S. 81–82.
- Zelinski I.O. 1974. O zapobieganiu stratum podczas zarybiania jezor wylejiem sielawy // «Gospodarsk rybna». № 4. S. 6–8.