

## К ВОПРОСУ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ АРТЕМИИ ВОДОЕМОВ РОССИИ ПО ЦИСТАМ

Л. И. Литвиненко<sup>1, 2</sup>, Е. Г. Бойко<sup>2</sup>, К. В. Куцанов<sup>1</sup>, А. Г. Герасимов<sup>1</sup>, Л. Ф. Разова<sup>1, 2</sup>,  
М. А. Побединцева<sup>3</sup>, А. И. Литвиненко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»,  
625023, Россия, г. Тюмень

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»,  
625003, Россия, г. Тюмень

<sup>3</sup>ФГБНУ Институт молекулярной и клеточной биологии Сибирского отделения  
Российской академии наук (ИМКБ СО РАН),  
630090, Россия, г. Новосибирск

*В работе представлены методы идентификации артемии по цистам из разных водоемов России. Исследования проведены на сибирских, американской и крымской популяциях. Собственные и литературные данные показывают, что вопрос идентификации цист еще далек от решения. В популяциях артемии России наблюдается значительная фенотипическая и генотипическая изменчивость рассмотренных признаков. Дифференцирующим признаком партеногенетических и бисексуальных популяций является половой состав выращенных из цист рачков. Виды артемии *A. salina*, *A. irtiapa* и *A. sinica* идентифицируются при помощи молекулярно-генетических маркеров. Дифференцирующими признаками партеногенетических популяций могут служить следующие показатели: процент вылупления науплиусов, биометрия цист, эмбрионов и хориона, морфометрия половозрелых рачков и науплиусов, число цист и эмбрионов в 1 г сухого вещества, темп роста рачков, дифференциация цист по цвету, ДНК-анализ. В настоящий момент ни один из методов не дает четкой идентификации партеногенетических популяций по тому или иному признаку. Для разработки методики популяционной идентификации артемии по цистам необходимы комплексные, основанные на большом фактическом материале, включающем пробы цист с промысловых водоемов России за ряд лет и в период разных генераций, исследования морфологических, биометрических, кариологических, генетических, биохимических и других характеристик в совокупности с определением репродуктивных качеств.*

*Ключевые слова:* артемия; *Artemia parthenogenetica*; цисты; рачки; ДНК-анализ; популяция; идентификация; морфометрия

## ON MATTERS OF IDENTIFICATION OF THE POPULATION OF ARTEMIA IN WATERS OF RUSSIA BY CYSTS

L.I. Litvinenko<sup>1, 2</sup>, E.G. Boyko<sup>2</sup>, K.V. Kutsanov<sup>1</sup>, A.G. Gerasimov<sup>1</sup>, L.F. Razova<sup>1, 2</sup>,  
M.A. Pobedintseva<sup>3</sup>, A.I. Litvinenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution “State Scientific-and-Production Center of Fishery”, Tyumen,  
Russia 625023

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
“State Agrarian University of Northern Zauralye”, Tyumen, Russia 625003

<sup>3</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution “Institute of Molecular and Cellular Biology of Siberian

*This paper presents methods of identification of the Artemia by cysts from various natural water reservoirs of Russia. We performed these studies using the Siberian, American, and Crimean populations. The data we obtained and that given in literature shows that the issue of identification of cysts is far from being solved. Significant phenotypic and genotypic variability of the parameters we considered is observed in populations of the Artemia in Russia. Sex structure of these crustaceans grown from cysts is the differentiating feature of parthenogenetic and bisexual populations. Such kinds of the Artemia as A. salina, A. urmiana, and A. sinica are identified by molecular and genetic markers. The following parameters may be used as differentiating features of parthenogenetic populations: Nauplius hatching percent, biometry of cysts, embryos and chorion, morphometry of pubescent crustaceans and nauplii, number of cysts and embryos per gram on dry matter, growth rate of these crustaceans, colour differentiation of cysts, and DNA-analysis. At the present moment none of the said methods make it possible to clearly identify parthenogenetic populations by any specific sign. In order to develop a set of methods of identification of Artemia populations by cyst we need comprehensive studies of morphological, biometrical, karyological, genetic, biochemical, and other characteristics, which would be based on actual information and samples, including samples of cysts from fishing ponds of Russia taken during several sequential and at periods of various generations and performed with estimation of reproductive traits.*

*Key words: Artemia; Artemia parthenogenetica; cysts; crustaceans; DNA-analysis; population; identification; morphometry*

## **СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA L.*) ОЗЕРА ИЛЬМЕНЬ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ПРОМЫСЛА**

**А. А. Лукин<sup>1</sup>, Т. В. Никитина<sup>2</sup>, Ю. Н. Лукина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУ «Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства»,  
188514, Россия, Ленинградская область, Ломоносовский район, пос. Ропша

<sup>2</sup>ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский институт  
озерного и речного рыбного хозяйства им. Л. С. Берга»,  
199053, Россия, г. Санкт-Петербург

*Озеро Ильмень является одним из наиболее продуктивных водоемов Северо-Западного региона. На современном этапе в водоеме наблюдается увеличение среднегодовых выловов, что связано с лучшим освоением так называемых мелкочастиковых видов рыб. При этом промысловое давление на крупночастиковые виды, прежде всего судака, является чрезмерно высоким, что приводит к изменению возрастной структуры популяции. Анализ промысловых уловов оз. Ильмень за двадцатилетний период выявил снижение доли возрастных групп старше 5 лет и, как следствие, сокращение нерестового запаса судака, так как 80 % особей становятся половозрелыми именно в возрасте 5+. В перспективе омоложение популяции может вызвать ухудшение естественного воспроизводства судака и дальнейшее снижение его численности. Полученные данные свидетельствуют о нерациональности промысловой нагрузки на популяцию судака в оз. Ильмень. Регулирование промысла должно базироваться на использовании тех орудий лова, которые будут достаточно полно осваивать группу «мелкого» частика. Использование наиболее эффективных при лове судака плавных сетей должно быть ограничено. Это позволит создать наиболее благоприятные условия для популяции судака, не вызывая снижения показателей общего вылова для оз. Ильмень. Основой промысловой базы должны быть невода различного типа и мережи. Вылов судака следует осуществлять ставными сетями с ячеей 65 мм и выше. Предложенная промысловая база позволит наиболее полно осваивать*

рекомендованные к изъятию объемы ВБР и создавать условия для восстановления нерестовой части популяции судака, без закрытия промысла на озере.

*Ключевые слова:* озеро Ильмень; судак; популяция; промысловая нагрузка; регулирование промысла

## **STATE OF PIKEPERCH (*SANDER LUCIOPERCA* L.) POPULATION IN LAKE ILMEN IN THE CONTEXT OF INTENSIVE COMMERCIAL FISHING**

**A.A. Lukin<sup>1</sup>, T.V. Nikitina<sup>2</sup>, Y.N. Lukina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Institution “Federal Center of Fish Genetics and Selection”,  
Ropsha settlement, Lomonosovsky district, Leningrad region, Russia 188514

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution “L.S. Berg State Research Institute  
of Lake and River Fisheries”,  
Saint-Petersburg, Russia 199053

*Lake Ilmen is one of the most yielding lakes in North-Western region. At the present moment increase of average annual catching is observed in this lake, which is related to more efficient development of small ordinary fish. At the same time, the extent of commercial catching of large ordinary fish and the pikeperch in particular, is extremely great resulting in changes in age structure of the population. Analysis of commercial catching in Lake Ilmen during a period of twenty years showed that the share of age groups older than 5 has reduced and, therefore, the pikeperch spawning reserved has decreased as well since 80% of the species become pubescent when at the age 5+. In prospect, rejuvenation of the population may result in worsening of natural reproduction of the pikeperch and further even decrease in its number. The information obtained gives evidence to unreasonability of such commercial fishing of the pikeperch population in Lake Ilmen. Fishing control should be based on use of fishing gear which would enable rather complete development of the “small” ordinary fish group. Use of the most efficient drift nets in the process of pikeperch fishing shall be restricted. Such restriction will create the most favourable conditions for the pikeperch population without decrease in indicators of the total catch in Lake Ilmen. Commercial fishing should be based on use of various seines and trap nets. The pikeperch should be fished out using set nets with mesh of 65 mm and more. The commercial fishing base we propose will most efficiently enable achieving the recommended quantities of catching of aquatic biological resources and create conditions required for recovery of the spawning part of the pikeperch population without any need to stop fishing in Lake Ilmen.*

*Key words:* Lake Ilmen; pikeperch; population; commercial fishing; fishing control

## **ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗАПАСОВ БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

**А. В. Соколов<sup>1,2</sup>, В. А. Петерфельд<sup>1</sup>, Д. А. Васильев<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Байкальский филиал ФГБНУ «Государственный научно-производственный центр  
рыбного хозяйства»,

670034, Россия, г. Улан-Удэ

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,

236001, Россия, г. Калининград

<sup>3</sup>ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии», 107140, Россия, г. Москва

*Байкальский омуль — эндемичный вид оз. Байкал, относится к озерно-речным полупроходным сиговым рыбам, один из самых значимых промысловых видов рыб в оз. Байкал. Дается ретроспективная оценка состояния его запасов. Приводятся основные параметры запасов омуля в Байкале в период стабильного состояния запасов с начала возобновления промышленной добычи омуля до 2004 г. Обращается внимание на существенное снижение вылова омуля в последнее десятилетие. Указывается, что основная причина уменьшения уловов связана со снижением общей биомассы омуля в Байкале. Результаты оценки биомассы омуля, полученные с использованием разных аналитических моделей, безусловно, показывают на ее существенное снижение. На основании анализа результатов мониторинговых ихтиологических работ с использованием моделей виртуально-популяционного анализа (VPA и TISVPA) делается вывод о возможном достижении критического состояния запасов данного вида и о необходимости принятия адекватных мер, обеспечивающих значительное снижение интенсивности промысла, вплоть до введения запрета на коммерческий лов и повышения эффективности естественного и искусственного воспроизводства.*

*Ключевые слова: озеро Байкал; омуль; запасы; модели; оценка; перспективы*

**ASSESSMENT  
OF CURRENT STATE OF BAIKAL OMUL (*COREGONUS MIGRATORIUS*)  
USING ANALYTICAL METHODS**

**A.V. Sokolov<sup>1,2</sup>, V.A. Peterfeld<sup>1</sup>, D.A. Vasilyev<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Baikal Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution “State Scientific-and-Production Center of Fishery”, Ulan-Ude, Russia 670034

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kaliningrad State Technical University”, Kaliningrad, Russia 236001

<sup>3</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution “Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography”, Moscow, Russia 107140

*The Baikal omul is endemic species of Lake Baikal which belongs to lake and river catadromous whitefishes which are among the most significant commercial fishes in Lake Baikal. This paper provides retrospective assessment of the state of its reserves. It gives basic parameters of omul reserves in Baikal within the period of stability of the reserves from the moment of renewal of commercial fishing of the omul till 2004. The paper emphasizes the significant decrease in omul catch during the last decade. It suggests that such decrease in catch is related to reduction of the total omul biomass in Baikal. Results of assessment of the omul biomass obtained using various analytical models demonstrate its significant reduction. On the basis of analysis of results of monitoring ichthyological works carried out using virtual population analysis (VPA and TISVPA) models, we concluded that reserves of this species may possibly become critical, and that it is required to take adequate measures ensuring considerable decrease in intensity of commercial fishing till the moment when such commercial fishing is banned and efficiency of natural and artificial reproduction is improved.*

*Key words: Lake Baikal; omul; reserves; models; assessment; prospects*

**ПОКАТНАЯ МИГРАЦИЯ МОЛОДИ  
И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА  
ОСЕТРОВЫХ РЫБ (ACIPENSERIDAE) РЕКИ УРАЛ**

**А. К. Камелов<sup>1</sup>, И. В. Морузи<sup>2</sup>, Н. Н. Попов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ТОО «Казэкопроект»,

060011, Республика Казахстан, г. Атырау

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»,

630039, Россия, г. Новосибирск

*Покатные миграции молоди являются важным звеном жизненного цикла осетровых рыб. Различные виды анадромных осетровых отличаются протяженностью нерестовых миграций и, соответственно, длительностью и протяженностью покатной миграции молоди с нерестилищ. Это, в свою очередь, обуславливает и различия видов в возрасте, размерах и стадиях развития молоди при попадании в Каспийское море. Урал является единственной в Каспийском бассейне незарегулированной в своем нижнем и среднем течениях рекой, благодаря чему здесь возможно естественное размножение осетровых в сравнительно мало измененных условиях и сохранение полноценной структуры популяций рыб, мигрирующих в эту реку. На многолетнем фактическом материале изучены условия и особенности покатной миграции молоди осетровых рыб в р. Урал и оценена эффективность естественного воспроизводства. В составе покатной молоди рыб преобладали особи севрюги и осетра (соответственно 64,1 % и 27,9 % от общей численности молоди осетровых в реке). Наблюдающееся в последние годы сокращение продолжительности покатной миграции молоди в реке приводит к снижению массы скатывающейся молоди и негативно отражается на ее выживаемости. Установлено, что факторами, лимитирующими естественное воспроизводство видов, являются гидрологические условия р. Урал и, в особенности, численность производителей, пропускаемых на нерестилища. Количество последних снизилось до критических величин, в результате чего в настоящее время в контрольных уловах отсутствует молодь белуги, шипа и осетра. Молодь севрюги встречается в единичных экземплярах. Существующий с 2010 г. запрет на вылов осетровых рыб до настоящего времени не оказал положительного воздействия.*

*Ключевые слова: осетровые; река Урал; покатная миграция; естественное воспроизводство; молодь*

**DOWNSTREAM MIGRATION OF YOUNG FISH  
AND EFFICIENCY OF NATURAL REPRODUCTION OF THE STURGEON (ACIPENSERIDAE)  
IN THE URAL RIVER**

**A.K. Kamelov<sup>1</sup>, I.V. Moryzi<sup>2</sup>, N.N. Popov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>“Kazecoproject” LLP,

Atyrau, Republic of Kazakhstan 060011

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

“Novosibirsk State Agrarian University”,

Novosibirsk, Russia 630039

*Downstream migration of young fish is an important component of the life cycle of sturgeons. Various species of anadromous sturgeons are characterized by the range on spawning migration and, thus, by the duration and range of downstream migration of young fish from spawning grounds. This, in turn, preconditions differentiation of species by the age, size, and stages of development of young fish when it comes to the Caspian Sea. The Ural River is the only*

river in the Caspian basin which is not dammed in its low and middle course and, thus, it becomes possible for the sturgeon to propagate in conditions which are almost the same with preservation of the full structure of the fish population migrating to this river. Using actual data and information collected over many years we studied the conditions and specific features of downstream migration of young sturgeons in the Ural River and evaluated efficiency of their natural reproduction. Starred sturgeon and sturgeon species (64.1% and 27.9% of the total number of young sturgeons in this river respectively) prevailed in the composition of the downstream migrants. The decrease in duration of downstream migration of young fish in the river, which has been observed lately, results in decrease in the mass of fish migrating downstream and, thus, has a negative impact on its survival. We established that hydrological conditions of the Ural River and the number of coming to spawning grounds are the factors limiting natural reproduction of species. The number of spawners has reduced to a critical level and, as a result, at the present moment there are hardly any young great white sturgeons, barbell sturgeons, and sturgeons in control catches. Just solitary young starred sturgeons are found in such catches. The ban on sturgeon fishing which came into effect in 2010 has been no positive effect so far.

*Key words:* sturgeons; Ural River; downstream migration; natural reproduction; young fish

## **РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ И УЛОВЫ ПЕЛЯДИ *COREGONUS PELED* СРЕДНЕЙ ОБИ (В ПРЕДЕЛАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**А. М. Бабкин<sup>1</sup>, И. Б. Бабкина<sup>1</sup>, Е. А. Интересова<sup>1, 2</sup>**

<sup>1</sup>Новосибирский филиал ФГБНУ «Государственный научно-производственный центр  
рыбного хозяйства»,  
630091, Россия, г. Новосибирск

<sup>2</sup>ФГБУН Институт систематики и экологии животных  
Сибирского отделения Российской академии наук (ИСиЭЖ СО РАН)  
630091, Россия, г. Новосибирск

*Представлены данные об уловах, о возрастном и размерном составе промыслового стада пеляди *Coregonus peled* в бассейне Средней Оби (в пределах Томской области). Показано, что объемы добычи данного вида сильно колеблются по годам, иногда превышая среднее значение за десятилетие почти в 5,5 раза. Пелядь в последние годы стала основным промысловым объектом среди сиговых видов рыб в регионе, составляя до 100 % их общего вылова (в 2017 г.), что связано с практически полным исчезновением в промысле нельмы *Stenodus leucichthys nelma* и муксуна *Coregonus muksun*. Основу уловов пеляди (2014–2017 гг.) составляют экземпляры в возрасте 4+...5+ лет, со стандартной длиной от 25,5 до 36,0 см (в среднем  $29,0 \pm 0,1$ ;  $n = 246$ ) и массой от 200 до 656 г (в среднем  $351,4 \pm 5,6$ ). Наблюдается некоторое снижение доли особей старших возрастных групп и среднего возраста в промысловых уловах данного вида в последнее десятилетие. Данные рыбопромысловой статистики и сведения о возрастном составе уловов пеляди в регионе не отражают определяющей роли численности родительского стада в обилии следующих поколений, что, вероятно, обусловлено влиянием на объемы добычи данного вида не только естественной флуктуации численности, но и экономических причин.*

*Ключевые слова:* Западная Сибирь; Обь; пелядь; *Coregonus peled*; рыболовство

## SIZE AND AGE STRUCTURE AND CATCHES OF *COREGONUS PELED* IN THE MIDDLE OB (WITHIN TOMSK REGION)

A.M. Babkin<sup>1</sup>, I.B. Babkina<sup>1</sup>, E.A. Interesova<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Novosibirsk Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution  
“State Scientific-and-Production Center of Fishery”, Novosibirsk, Russia 630091

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Institution of Science  
“Institute of Systematics and Ecology of Animals of Siberian Branch  
of the Russian Academy of Sciences”,  
Novosibirsk, Russia 630091

*This paper provides information about catches, and size and age structure of the commercial stock of Coregonus peled in the Middle Ob basin (within Tomsk region). It shows that volumes of fishing of this species fluctuate drastically by years and sometimes exceed the mean value for a decade almost 5.5 times. The peled has lately become the main fishing target among whitefishes amounting to 100% of the total fishing of these fishes (in 2017) due to the fact that no Stenodus leucichthys nelma and Coregonus muksun are now found in catches. Species 4+...5+ years old formed the basis on peled catches (within the period from 2014 till 2017), with their standard length 25.5 to 36.0 cm (29.0±0.1 in average; n = 246) and their mass 200 to 656 g (351.4±5.6 in average). During the last decade some decrease has been observed in the share of old and middle-aged species. Fishing statistical data and information about age structure of peled catches fail to reflect the role the number of the parental stock plays in abundance of future generations, which, most likely, is preconditioned by the fact that the fishing volume is influenced both by natural fluctuation of their number and economic reasons.*

*Key words: Western Siberia; Ob; peled; Coregonus peled; fishing*

## ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ И РОСТА ПЕЛЯДИ (*COREGONUS PELED*) В КРУПНЫХ ОЗЕРАХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

A. M. Визер, Л. С. Визер, Е. В. Егоров, А. В. Цапенков

Новосибирский филиал ФГБНУ «Государственный научно-производственный центр  
рыбного хозяйства»,  
630091, Россия, г. Новосибирск

*В первый год после замора рост сеголетков пеляди в оз. Салтаим-Тенис отличался высоким темпом: к концу вегетационного периода средняя масса достигала 110 г, в следующем году в возрасте 1+ — 319 г. Молодь, посаженная в озеро на второй год после замора, отличалась низким темпом роста и слабой накормленностью. Весовой и линейный рост у двухлетков пеляди фактически отсутствовал. Более 66 % обследованных рыб имели пустые желудки. Единственным объектом питания рыб был хищный ветвистоусый рачок *Bythotrephes longimanus* Leydig. Общие индексы наполнения пищеварительного тракта рыб составляли  $1,06 \pm 0,56$  ‰. Осенью у двухлетков пеляди наблюдалось резкое увеличение накормленности и видового разнообразия потребляемых организмов. В пищевом комке доминировали крупные зоопланктонные хищные организмы *B. longimanus*, *L. kindtii* и *Cyclops* sp., на долю которых приходилось 65,6 % всех потребленных организмов. Рыбы с пустыми желудками в уловах отсутствовали. Индексы наполнения желудков составляли в среднем 50,96 ‰. Молодь отличалась быстрым половым созреванием. В сентябре 40 % исследованных рыб двухлетнего возраста представлено самцами и самками с развитыми половыми*

продуктами. Вес икры составлял 6,1–9,9 % от массы самок. Незначительный рост пеляди наблюдался в подледный период. Общие индексы наполнения желудков составляли  $83,1 \pm 11,3$  ‰. Пища состояла только из зоопланктонных организмов. В незаморном оз. Ик выращивалась молодь пеляди, предварительно подращенная в прудах. В питании молоди из прудов обнаружено 53,1 % зоопланктонных организмов, 25,1 % — бентоса и нектобентоса, 21,8 % — воздушных насекомых на стадии имаго. Общий индекс наполнения пищеварительного тракта молоди составил 549,4 ‰. Подращенная в прудах пелядь продолжала хорошо питаться и расти в озере. Пища состояла из зоопланктона. Осенью индексы наполнения желудков составляли  $90,6 \pm 12,2$  ‰. Зимой питание пеляди продолжалось. Индексы наполнения желудков составляли  $15,2 \pm 3,9$  ‰. Наблюдался незначительный рост молоди.

*Ключевые слова:* молодь пеляди; подращивание; питание; озера; периодически заморное; незаморное

## **SPECIFIC FEATURES OF NUTRITION AND GROWTH OF PELED (*COREGONUS PELED*) IN LARGE LAKES OF OMSK REGION**

**A.M. Vizer, L.S. Vizer, E.V. Egorov, A.V. Tsapenkov**

Novosibirsk Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution  
“State Scientific-and-Production Center of Fishery”,  
Novosibirsk, Russia 630091

*During the first year after a fish kill high growth rate was characteristic of peled fingerlings in Lake Saltaim-Tenis: by the end of the vegetation period its average mass was 110 g, while during the next year at the age of 1+ its average mass reached 319 g. During the second year after the fish kill low growth rate and poor feeding were characteristic of young fish stocked in the lake. Neither weight nor linear growth was actually observed in two year old peleds. Stomachs of more than 66% of the fishes we examined were empty. Predatory *Bythotrephes longimanus* Leydig was the only food of these fishes. The total level of their digestive tract filling amounted to  $1.06 \pm 0.56$  ‰. In autumn a drastic increase was observed in feeding and species diversity of food items of two year old peleds. Such predatory zooplankton organisms as *B. longimanus*, *L. kindtii* and *Cyclops* sp. were dominating in the food bolus, with their share totaling 65.6% of all the organisms consumed by these fishes. No fishes with empty stomachs were found in catches. Indices of stomach filling were 50.96 ‰ in average. Young fishes were characterized by rapid maturation. In September 40% of the examined two year old fishes were represented by both male and female species with well-developed reproductive products. Weight of spawn amounted to 6.1–9.9% of the mass of female species. During the subglacial period just minor growth was observed in the peled. The total index of stomach filling amounted to  $83.1 \pm 11.3$  ‰. In Lake Ik which does not freeze young peled was growing which had been bred in ponds. We found that food items of this young fish included zooplankton organisms (53.1%), benthos and nektobenthos (25.1%), and flying insects at the imago stage (21.8%). The total index of their digestive tract filling was 549.4 ‰. Peled bred in ponds continued eating sufficiently and growing in lakes. They ate zooplankton. In autumn the index of stomach filling was  $90.6 \pm 12.2$  ‰. In winter they continued eating sufficiently. The index of stomach filling was  $15.2 \pm 3.9$  ‰. Minor growth was observed in young fishes.*

*Key words:* young peled; breeding; feeding; lakes; periodic fish killing; without fish killing



# ОЦЕНКА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КИСЛОРОДНЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ИКРЫ СИГОВЫХ РЫБ COREGONIDAE В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

С. М. Семенченко<sup>1,2</sup>, Л. Л. Сергиенко<sup>1</sup>, Н. В. Смешливая<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»,  
625023, Россия, г. Тюмень

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»,  
625003, Россия, г. Тюмень

*Возрастающая интенсификация процесса промышленной инкубации икры рыб предполагает ее рациональное обеспечение кислородом с учетом степени развития зародышей и изменяющейся температуры. Используя в качестве респирометра проточного типа восьмилитровый инкубационный аппарат Вейса, изучено потребление кислорода икрой сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна (пеляди *Coregonus peled*, сига-пыжьяна *C. pidschian*, муксуна *C. muksun* и чира *C. nasus*) непосредственно в производственных условиях. Рассчитаны эмпирические зависимости скорости потребления кислорода от возраста зародышей, степени их развития и температуры как для каждого из видов, так и для сиговых рыб в целом. Исходя из прикладных целей, получены уравнения удельного потребления кислорода в эмбриогенезе сиговых рыб в расчете на 1 л икры, загруженной в аппарат Вейса, что позволяет нивелировать видовые различия, связанные со спецификой размера икры. Вне зависимости от видовой принадлежности количество кислорода, потребляемого 1 л икры сиговых рыб при 0,5 °С, увеличивается в соответствии с экспоненциальной зависимостью с 0,06 мг/мин в начале инкубации до 0,74 мг/мин перед вылуплением зародышей с возможными отклонениями до 34 %. Для учета влияния температуры на интенсивность потребления кислорода икрой предложено использовать уравнение Вант-Гоффа с температурным коэффициентом  $Q_{10} = 2,7$ . Расчетный расход воды в аппарате Вейса, обеспечивающий дыхание и циркуляцию икры сиговых рыб в процессе инкубации и с повышением температуры от 0,2 до 10 °С, находится в пределах 1,7–5,1 л/мин. Полученные показатели расхода воды были апробированы при эксплуатации рециркуляционной инкубационной установки оригинальной конструкции.*

*Ключевые слова: потребление кислорода; сиговые рыбы; эмбриогенез; икра; инкубация; аппарат Вейса; респирометрия; температура; расход воды; уравнение*

## ASSESSMENT AND ASSURANCE OF OXYGEN NEEDS OF COREGONIDAE SPAWN IN COMMERCIAL ENVIRONMENT

S.M. Semenchenko<sup>1,2</sup>, L.L. Sergienko<sup>1</sup>, N.V. Smeshlivaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution “State Scientific-and-Production Center of Fishery”,  
Tyumen, Russia 625023

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
“State Agrarian University of Northern Zauralye”, Tyumen, Russia 625003

*Increasing intensification of the process of industrial incubation of fish spawn involves reasonable oxygen supply taking into account the degree of fish embryo development and fluctuating temperature. We used an eight liter Weiss microbiological incubator as a flow-through respirometer to study oxygen consumption by whitefish spawn on the Ob-Irtysh basin (such as *Coregonus peled*, *C. pidschian*, *S. muksun*, and *C. nasus*) in a commercial environment directly. We calculated empirical dependencies of oxygen consumption rate on the age of embryos, the degree of their*

*development and temperature both for each species and for the whitefish in general. For the applied purposes, we obtained equations of relative oxygen consumption in during embryotic development of whitefish per liter of spawn loaded to the Weiss microbiological incubator, which enables leveling of species differences related to specific size of spawn. Regardless of species the oxygen volume consumed per liter of whitefish spawn at 0.5°C increases exponentially from 0.06 mg/min. at the beginning of incubation to 0.74 mg/min. right before hatching of embryos, with possible tolerance of up to 34%. To take influence of temperature on intensity of oxygen consumption by spawn into account, we suggested using the Van't Hoff equation with the temperature coefficient  $Q_{10} = 2.7$ . The estimated water flow rate in the Weiss microbiological incubator which ensured breathing and circulation of whitefish spawn in the process of incubation and temperature raising from 0.2 to 10°C was within the range from 1.7 to 5.1 l/min. The estimated water flow rates were tested in the process of operation of an original re-circulating incubator.*

*Key words: oxygen consumption; whitefish; embryotic development; spawn; incubation; Weiss microbiological incubator; respirometry; temperature; water flow rate; equation*

**ТОБОЛЬСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ РЫБОПИТОМНИК —  
ЛИДЕР ОТЕЧЕСТВЕННОГО СИГОВОДСТВА  
(К 60-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ)**

**Л. Л. Сергиенко<sup>1</sup>, С. М. Семенченко<sup>1,2</sup>, Н. В. Смешливая<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»,  
625023, Россия, г. Тюмень

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»,  
625003, Россия, г. Тюмень

*В Обь-Иртышском бассейне впервые промышленный сбор икры пеляди с последующей инкубацией был проведен в 1959 г. Первый специализированный сиговый инкубационный цех в г. Тобольске введен в эксплуатацию в 1963 г. Кроме решения задач промышленного рыбоводства в регионе, этот цех стал одним из основных центров в стране по отработке биотехники искусственного воспроизводства и пастбищного выращивания сиговых рыб. Научное сопровождение работ осуществляла Тобольская лаборатория СибНИИРХа (с 1971 г. СибрыбНИИпроекта). К началу 1980-х гг. цех стал одним из крупнейших в стране, в котором инкубировалось до 1 млрд икринок сиговых рыб. В кризисные 1990-е гг. количество выпускаемых личинок сократилось в 3–6 раз. Начиная с 2000 г. происходит последовательное наращивание объемов воспроизводства сиговых рыб. В 2018 г. выпущено рекордное количество личинок — 679 млн экз. В цехе инкубируется икра семи видов сиговых рыб. Три четвертых от общего количества составляют личинки речной формы пеляди; доля гибрида (пелчир) — 16 %; озерной пеляди — 7,5 %. Технологическое развитие цеха обеспечивается благодаря тесному взаимодействию с научными сотрудниками Госрыбцентра. Внедрена биотехника инкубации икры и выращивания личинок в рециркуляционных системах с регулируемым температурным режимом.*

*Ключевые слова: рыбоводство; воспроизводство; сиговые рыбы; биотехника; икра; инкубационный цех; личинки*

**TOBOLSK REGIONAL FISH HATCHERY — AT THE LEADING EDGE  
OF RUSSIAN WHITEFISH BREEDING  
(DEDICATED TO 60<sup>TH</sup> ANNIVERSARY)**

**L.L. Sergienko<sup>1</sup>, S.M. Semenchko<sup>1,2</sup>, N.V. Smeshlivaya<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution “State Scientific-and-Production Center of Fishery”, Tyumen, Russia 625023

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “State Agrarian University of Northern Zauralye”, Tyumen, Russia 625003

*The first commercial peled spawn collection in the Ob-Irtysh basin with its further incubation was performed in 1959. The first purpose-specific whitefish incubation workshop in Tobolsk was commissioned in 1963. In addition to solving the issue of commercial fish farming in the region, this workshop became one of the main centres for the development of biotechniques artificial breeding and fish grazing in our country. Tobolsk Laboratory of Siberian Research Institute of Fisheries (in 1971 in was renamed into Siberian Research and Design Institute of Fisheries) provided scientific support of these works. By the early 1980s this workshop had become one of the largest centers in the country, the incubation capacity of which reached 1 billion whitefish spawns. During the crisis of 1990s the number of spawns in produced reduced 3.6 times. Starting from 2000 the volume of whitefish reproduction has been steadily increasing. In 2018, the workshop produced all-time maximum 679 million spawns. This workshop incubates spawn of seven whitefish species. River peled spawn amounts to three fourths of the total volume, which also includes spawn of hybrid *Coregonus peled* and *Coregonus nasus* (16%) and lacustrine peled (7.5%). Engineering development of the workshop in ensured by close interaction with research fellows of the State Scientific-and-Production Center of Fishery. A biotechnique of spawn incubation and larvae cultivation in recirculating systems at adjustable temperatures has been implemented in this workshop.*

*Key words: fish farming; reproduction; whitefish; biotechnique; spawn; incubation workshop; larvae*

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВА МИКРОБИОЦЕНОЗА  
ХИЩНЫХ И МИРНЫХ РЫБ ИЗ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ  
ЦЕНТРАЛЬНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ЗОНЫ РФ**

**М. С. Кукин, Л. Н. Юхименко, С. Б. Токарева, А. А. Дружинина**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
пресноводного рыбного хозяйства»,  
141821, Московская область, Дмитровский район, пос. Рыбное

*Приведены результаты исследований и сравнительный анализ количественного и качественного состава микробиоценоза внутренних органов хищных и мирных рыб из естественных водоемов Центрально-Европейской зоны России в 2016–2017 гг. Представлены сравнительные данные по вирулентности аэромонад, выделенных от хищных и мирных рыб. Выявлено влияние особенностей питания гидробионтов и уровня антропогенного загрязнения водной среды на изменения иммунофизиологического статуса хищных и мирных рыб и характер контаминации их паренхиматозных органов патогенной и условно-патогенной микрофлорой, а также различия в этих изменениях. Уровень обсемененности паренхиматозных органов рыб варьировал в пределах от отсутствия бактериального роста на питательных средах до сливного роста колоний. Наибольшее распространение в микробиоценозе рыб имели аэромонады, бактерии группы кишечочной палочки, ацинетобактеры и моракселлы. Среди аэромонад с наибольшей частотой выделялись *Aeromonas**

*sobria*, *A. sp. 2*, *A. schubertii*; по степени вирулентности преобладали слабовирулентные и авирулентные аэромонады. Полученные данные позволили установить, что мирные рыбы, в связи с характерными для них особенностями питания и иммунной защиты, являются менее резистентными к ухудшениям условий среды обитания, чем хищные, и потому в большей мере подвержены возникновению и распространению бактериальных заболеваний среди отдельных особей и в популяциях, приводящих в отдельных случаях к массовой гибели рыб.

*Ключевые слова:* естественные водоемы; микробиоценоз рыбы; хищные рыбы; мирные рыбы; контаминация; иммунофизиологический статус рыб; антропогенное влияние

## **COMPARATIVE ANALYSIS OF MICROBIOCENOSIS COMPOSITION OF PREDATORY AND NON-PREDATORY FISH IN NATURAL WATER RESERVOIRS OF THE CENTRAL EUROPEAN ZONE OF RUSSIA**

**M.S. Kukin, L.N. Yukhimenko, S.B. Tokareva, A.A. Druzhinina**

Federal State Budgetary Scientific Institution  
“All-Russian Research Institute of Freshwater Fish Farming”,  
Rybnoye settlement, Dmitrovsky district, Moscow region 141821

*We provide results of research and comparative analysis of qualitative and quantitative composition of microbiocenosis in visceral organs of predatory and non-predatory fish in natural water reservoirs of the Central European zone of Russia in 2016–2017. We give comparative data on virulence of Aeromonas detected in predatory and non-predatory fish. We discovered the impact of specific features of nutrition of hydrobionts and the level of anthropogenic water pollution on changes in the immunophysiological status of predatory and non-predatory fish and the nature of contamination of their parenchymatous organs and opportunistic microflora, and differences in these changes. The level of bacterial load on parenchymatous organs of fishes varied within the range from absence of any bacterial growth in the culture medium to colony crowding. Aeromonas, E. coli bacteria, Acinetobacter, and Moraxella were the most common bacteria in fish microbiocenosis. Aeromonas sobria, A. sp. 2, A. schubertii was most commonly detected Aeromonas with poorly virulent and avirulent Aeromonas prevailing. The data obtained enabled us to establish the fact that due to specific features of nutrition and immune protection characteristic of non-predatory fish the latter are less resistant to worsening of the environmental conditions than predatory fish and, thus, are more predisposed to development and spreading of bacterial diseases among both solitary species and in their populations which in some cases resulted in mass mortality of fish.*

*Key words:* natural water reservoirs; fish microbiocenosis; predatory fish; non-predatory fish; contamination; fish immunophysiological status; anthropogenic impact

## **ЗАРАЖЕННОСТЬ COREGONUS SARDINELLA ЦЕСТОДАМИ РОДА DIPHYLLOBOTHRIUM COVBOLD, 1858, В РЕКАХ ЯКУТИИ**

**О. Д. Апсолихова<sup>1</sup>, Е. В. Бурмистров<sup>1</sup>, В. А. Однокурцев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Якутский филиал ФГБНУ «Государственный научно-производственный центр  
рыбного хозяйства», 677018, Россия, г. Якутск

<sup>2</sup>ФГБУН «Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН»,  
677007, Россия, г. Якутск

В статье рассматриваются результаты исследований, проведенных в 2015–2016 гг., на зараженность цестодами рода *Diphyllbothrium* Cobbold, 1858 сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848 в основных рыбопромысловых реках Республики Саха (Якутия) — Лена, Яна, Индигирка и Колыма. Обнаружено два вида дифиллоботриид — *Diphyllbothrium dendriticum* (Nitzsch, 1824) и *D. ditremum* (Creplin, 1825). В работе приводятся данные по зараженности сибирской ряпушки — экстенсивность инвазии (%), интенсивность инвазии и индекс обилия в зависимости от изучаемого водоема. Наиболее высокая экстенсивность инвазии *D. ditremum* за два года исследований отмечена у ряпушки в р. Яне, самая низкая в р. Лене. Общая зараженность сибирской ряпушки дифиллоботриидами в 2015 г. по всем водоемам была выше, чем в 2016 г. Выявлены изменения зараженности сибирской ряпушки цестодами *Diphyllbothrium* в зависимости от пола и возраста исследуемой рыбы. Выяснено, что самцы сибирской ряпушки рек Яна и Индигирка заражены сильнее самок на 10,3 и 4,8 % соответственно. В ходе исследований установлено, что максимальная зараженность сибирской ряпушки плероцеркоидами рода *Diphyllbothrium* приходится на возраст 6+ лет. При этом самое раннее заражение отмечено в возрасте 3+ лет, и самое позднее — в 10+ лет.

Ключевые слова: реки Якутии; сибирская ряпушка; дифиллоботрииды; пол; возраст; зараженность

## CONTAMINATION OF *COREGONUS SARDINELLA* WITH *DIPHYLLOBOTHRIMUM* COBBOLD, 1858, CESTODA IN RIVERS OF YAKUTIA

O.D. Apsolikhova<sup>1</sup>, E.V. Burmistrov<sup>1</sup>, V.A. Odnokurtsev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yakutia Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution “State Scientific-and-Production Center of Fishery”, Yakutsk, Russia 677018

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution “Institute of Biological Problems of Kryolitozone of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, Yakutsk, Russia 677007

*This paper considers results of study performed in 2015–2016 of contamination of Siberian cisco *Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848, by *Diphyllbothrium* Cobbold, 1858, cestodes in main fishing rivers of the Sakha Republic (Yakutia), such as the Lena, the Yana, the Indigirka, and the Kolyma. We detected two *Diphyllbothrium* species, such as *Diphyllbothrium dendriticum* (Nitzsch, 1824) and *D. ditremum* (Creplin, 1825). This paper provides data on contamination of the Siberian cisco, including invasion extension (%), invasion intensity and abundance index depending on a particular river we studied. During the two year period of this study the highest extension of *D. ditremum* invasion was detected in cisco of the Yana River, while the lowest extension was noted in the Lena River. The total contamination of the Siberian cisco by *Diphyllbothrium* in all rivers in 2015 was higher than that in 2016. We detected changes in contamination of the Siberian cisco *Diphyllbothrium* cestodes depending on the sex and age of the fishes we examined. We found out that Siberian cisco males in the Yana River and Indigirka River were more contaminated than females, by 10.3% and 4.8% respectively. In the process of this study we established that Siberian cisco species at the age of 6+ were the ones most contaminated by plerocercoid *Diphyllbothrium*. At the same time, the earliest contamination was detected at the age of 3+, while the latest one was noted at the age of 10+.*

Key words: rivers of Yakutia; Siberian cisco; *Diphyllbothrium*; sex; age; contamination