

УДК 597.551.21–152.6(265.54)

А.И. Маркевич\*

Национальный научный центр морской биологии  
им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,  
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17

**ИЗМЕНЕНИЯ В СТРУКТУРЕ ПОПУЛЯЦИИ  
СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ *CARASSIUS GIBELIO*  
ПРЕСНОВОДНОГО ОЗЕРА НА ОСТРОВЕ БОЛЬШОЙ ПЕЛИС  
(ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ)**

Структура популяции серебряного карася изучена на основе сборов рыб, сделанных в 1985, 1995 и 2015 гг. Половозрелая часть популяции состоит из рыб длиной  $TL$  от 110 до 280 мм в возрасте от 2 до 8–9 лет, что обычно для вида на протяжении его ареала. Самой крупной отловленной рыбой оказалась 14-летняя самка длиной 470 мм и массой 1650 г. Половозрелость наступает на 3-м году жизни. С возраста 5 лет и старше в популяции численность самок значительно больше, чем самцов. Темп линейного и весового роста самок немного выше, чем самцов. Соотношение полов в популяции составляло  $2♀ : 1♂$  в 1985 г. После гибели части рыб в результате заморозов по естественным причинам в популяции в 1995 г. отмечен более высокий темп роста самцов, который сравнялся с темпом роста самок, и резкое возрастание числа самцов, которых стало вдвое больше, чем самок. В 2015 г. соотношение полов снова стало таким же, как в 1985 г. В 2015 г. темп линейного и весового роста и самцов был самым низким, видимо, под влиянием высокой численности и плотности популяции.

**Ключевые слова:** серебряный карась, структура популяции, соотношение полов, темп роста, возраст.

DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-321-333.

**Markevich A.I.** Changes in population structure of crucian carp *Carassius gibelio* from the freshwater lake on Bolshoy Pelis Island (Peter the Great Bay, Japan/East Sea) // *Izv. TINRO*. — 2020. — Vol. 200, Iss. 2. — P. 321–333.

Population structure of crucian carp in a small freshwater lake on Bolshoy Pelis Island is studied on the data of trap catches conducted in 1985, 1995 and 2015. Mature part of the population consisted of fish with length 110–280 mm  $TL$  and age from 2 to 8–9 years that are usual parameters for this species. Age was estimated using annuli on fish scale. The largest caught fish was the 14-years female with length 470 mm  $TL$  and weight 1650 g. All fish reached sexual maturity at age of 2 years. In the age of 5 years and more, the number of females in the population exceeded the number of males ( $2♀ : 1♂$  in 1985). Length-weight relationship was calculated as  $W = a \cdot TL^b$ . Growth rate was calculated on length-at-age data. Rate of linear and weight growth of females was higher than males in 1985 and 2015 that is considered as a natural difference. After partial elimination of the population in 1995 under natural reasons

\* Маркевич Александр Игоревич, кандидат биологических наук, научный сотрудник, e-mail: alexmarkfish@mail.ru.

Markevich Alexander I., Ph.D., researcher, National Scientific Center of Marine Biology, Far-Eastern Branch, Russian Ac. Sci., 17, Palchevskogo St., Vladivostok, 690041, Russia, e-mail: alexmarkfish@mail.ru.

(hypoxia and toxic microalgae bloom), growth rate of males and females became equal and number of males increased quickly, they were twice more numerous than females. However, the females prevailed again in the sex ratio in 2015. Rate of linear and weight growth was the lowest in 2015, probably because of high density of the fish population.

**Key words:** crucian carp, population structure, sex ratio, growth rate, fish age.

## Введение

Серебряный карась *Carassius gibelio* — широко распространенная пресноводная рыба, ареал ее обитания и расселения простирается на территории Евразии от японских островов до Западной Европы [Ковалев и др., 2004]. Встречается в реках, озерах, прудах, в большинстве из них находится под прессом любительского и промышленного рыболовства. У серебряного карася обнаружена редкая особенность для рыб — соотношение полов в разных популяциях может резко изменяться вплоть до полного отсутствия самцов, выметываемую икру оплодотворяют самцы других карповых рыб [Никольский, 1971]. Биология этого вида исследована довольно подробно по всему его обширному ареалу. Изучали половую, возрастную, размерную, генетическую структуру популяций, темп роста, плодовитость, состав питания карася [Боруцкий, 1950; Демина, 1974; Артюшик, 1975; Кукурадзе, Марияш, 1975; Гудков, 1985; Кизина, 1986; Михеев, 2006; Янкова, 2006; Абраменко, 2008; Апаликова, 2008; Корзун, 2011]. Половозрастная структура популяций, темп роста, паразитофауна рыб, степень морфологической изменчивости и генетическая структура популяций рыб были исследованы и в озерах и реках Приморского края [Ковалев и др., 2001, 2004; Шаповалов, Барабанщиков, 2005; Апаликова, 2008]. Однако большая часть исследований проводилась только единожды в одном и том же водоеме и не продолжалась периодически в дальнейшем в течение длительного времени, кроме немногих работ [Сысоева, 1958; Никольский, Шубникова, 1974], что не давало возможности отслеживать изменения в популяциях карася под влиянием промысла и (или) изменений в среде либо без них.

В небольшом пресноводном озере на о. Большой Пелис (зал. Петра Великого Японского моря) обитает популяция серебряного карася. Остров входит в состав Дальневосточного морского заповедника и с 1978 г. находится под охраной, промысел рыб в озере прекращен. Ведущаяся в заповеднике программа мониторинга [Маркевич, 1997] дает возможность регистрировать изменения в популяциях некоторых рыб в течение больших промежутков времени.

Цель работы состояла в выяснении характера ответа популяции серебряного карася озера о. Большой Пелис на изменения в условиях жизни рыб при отсутствии промысла. Для этого были изучены половая и возрастная структура популяции, темп линейного и весового роста рыб в течение длительного времени.

## Материалы и методы

На северной оконечности самого крупного острова морского заповедника — Большой Пелис — находится пресноводное озеро, которое относится к типу приморских, образующихся в результате отделения морских лагун и последующего их опреснения. Озеро непроточное, в него впадают небольшие временные ручьи, пересыхающие в засушливые годы [Мельникова, 2004]. Расположено оно в небольшой котловине, отделенной от моря валунной грядой; площадь его водного зеркала изменяется от 2,1 [Селедец, 1981] до 4,0 га (330 × 140 м). Дно образовано галькой и валунами, покрытыми слоем ила толщиной до 30 см. Поступление пресной воды в озеро обеспечивается несколькими родниками, а также дождевыми и тальными водами, вследствие чего его глубина варьирует от 0,8 до 3,0 м, изменяется и площадь водного зеркала в зависимости от интенсивности осадков летом. Летом температура воды в озере практически следует за изменениями температуры воздуха днем, варьируя от 12 до 22 °С. В жаркие дни в августе, особенно при низком уровне воды, температура изредка повышается до 25 °С

и выше (27,5 °С в 1994 г. — персональное сообщение Е.А. Чубарь, ДВГМЗ — филиал ННЦМБ ДВО РАН). Зимой толщина ледового покрова достигает 30–40 см.

Низших водорослей в озере насчитывается 1056 видов [Мельникова, 2004]. Характерной особенностью альгофлоры озера является относительно высокая доля галофильных видов, что обусловлено влиянием моря, а также высокое разнообразие зеленых водорослей, в частности хлорококковых, что свидетельствует об обогащении озера биогенными элементами за счет влияния птичьих колоний, отмирающих водных растений и иловых отложений [Мельникова, 2004]. Альгофлора озера может быть оценена как болотная. По численности и биомассе в планктоне летом преобладают сине-зелёные водоросли, массовое развитие некоторых из них (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aegirosa*, *Anabaena scheremetievi*, *Gloeocapsa minima* и др.) периодически вызывает «цветение» воды с июня по октябрь [Мельникова, 2004].

Высшая растительность озера довольно бедна. С юго-западной и восточной стороны мелководье озера покрыто густыми зарослями камышей *Bolboshoenus desoulavyi* и *Scirpus tabernaemontanii* [Селедец, Пробатова, 1981], а также рогозом *Thypha latifolia*. Другие прибрежные растения: ежеголовник *Sparganium coreanum*, цикута *Cicuta virosa*, поручейник *Sium suame*, водяная звездочка болотная *Callitrich palustris*, болотница *Eleocharis ussuriensis*, звездчатка *Stellaria alsine*, тиллея *Tillaea aquatica* — немногочисленны. Разнообразие непосредственно водных растений очень мало: небольшими группами встречаются рдест *Potamogeton octandrus*, урути — *Myriophyllum spicatum* и *M. verticillatum*, ряска *Lemna japonica*, водяной орех *Trapa incisa* и горец *Persicaria amphibia* [Чубарь, 2004; Чубарь и др., 2004].

На озеро регулярно в теплое время прилетают для отдыха и чистки оперения до 50 особей и более чернохвостой чайки *Larus crassirostris* и эпизодически — другие виды чаек и бакланов. Во время миграций весной и осенью на озере останавливаются различные виды уток, гусей и других водоплавающих и водно-болотных птиц, небольшое их количество здесь гнездятся. Охотятся на рыб и гнездятся единично серая цапля *Ardea cinerea* и обыкновенный зимородок *Alcedo anthis bengalensis*, изредка появляются другие виды цапель, зимородков, крачек и разных рыбоядных птиц, которые встречаются на острове [Катин, 2004; Тюрин, 2004].

В озере обитают только два вида рыб, особо устойчивых к суровым условиям среды, — серебряный карась (сем. Cyprinidae) и ротан *Percottus glenii* (сем. Odontobutidae).

Материал собирали в июле-сентябре 1985 (178 экз.), 1995 (146) и 2015 гг. (112 экз.). Рыб отлавливали ловушкой вентерного типа («мордушкой») с шагом ячеи 20 мм, устанавливая ее на ночь, в качестве приманки использовали хлеб. У всех собранных особей измеряли абсолютную длину ( $TL$ , мм) и массу тела ( $W$ , г), отмечали состояние гонад, отбирали чешую для определения возраста. Возраст рыб определяли под бинокулярным микроскопом МБС-1 по сериям чешуй из 10 экз. от каждой особи. В сборах 1995 г. у рыб определяли массу гонад IV–V стадий зрелости ( $n = 38$ ). Гонадосоматический индекс (ГСИ) вычисляли по формуле  $GW/W \times 100$ , где  $GW$  — масса гонад,  $W$  — масса тела. Соотношение между длиной и массой тела рассчитывали по формуле  $W = aTL^b$ , где  $a$  и  $b$  — коэффициенты. Зависимость длины тела от возраста аппроксимировали с помощью уравнения Берталанфи:  $TL_t = TL_\infty (1 - \exp^{-(b_1 t + b_2)})$ , где  $TL_t$  — полная длина в возрасте  $t$ ;  $TL_\infty$  — максимально достигаемая карасем длина (принята за 450 мм  $TL$ );  $t$  — возраст;  $b_1$  и  $b_2$  — коэффициенты. Все необходимые вычисления и построения графиков проводили при помощи пакетов компьютерных программ Microsoft®Office Excel 2003 и Statistica 6.0.

## Результаты и их обсуждение

Соотношение полов в популяции серебряного карася, обитающего в озере на о. Большой Пелис, является заметно отличающимся от пропорции 1 : 1, обычной для двуполых рыб. В 1985 г. в популяции большую часть особей — 61,8 % — составляли самки, в 1995 г. соотношение полов стало почти противоположным, было по-

давяющее большинство самцов — 61,6 %, самок — 35,6, неполовозрелых рыб — 2,8 %. В 2015 г. количество самок снова стало больше — 59,8 % против 37,5 % самцов (2,7 % — ювенильные особи). Подавляющее число собранных рыб во все годы были половозрелыми, со стадиями развития гонад от III до VI, гонады некоторых рыб 2-летнего возраста имели стадию II. Годовики были ювенильными. Гонадосоматический индекс самок карася в начале сентября 1995 г. был 3,87 (2,73–5,30,  $n = 14$ ), самцов — 2,79 (1,60–4,42,  $n = 24$ ).

Возрастной состав карася представлен особями в возрасте от 1 до 9 лет. Сеголетки в сборах не встречались вовсе, а годовики — очень редко, вероятно, из-за слишком малых размеров тела, что позволяло им уходить из ловушек. В 1985 г. наибольшее количество рыб в уловах составляли особи в возрасте 4 (33,1 %) и 5 лет (28,1 %); в 1995 г. — 2 (38,6 %), 3 и 6 лет (по 17,1 %); в 2015 г. — 3 (23,2 %), 4 (18,8 %) и 7 (15,2 %) лет (рис. 1). В 2015 г. встречены 9-летние рыбы и наиболее долгоживущая рыба — самка возрастом 14 лет ( $TL$  470 мм, масса 1650 г). Ранее, в уловах 1985 и 1995 гг., наиболее возрастными и крупными особями были 8-летние самки ( $TL$  280 мм, масса 350 г и 270 мм, 322 г).

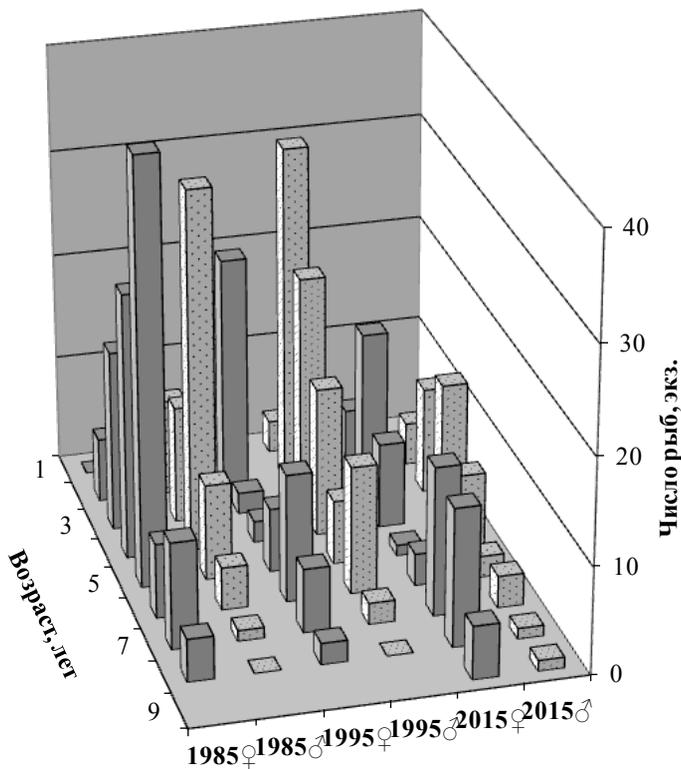


Рис. 1. Возрастной состав популяции серебряного карася в озере о. Большой Пелис в 1985, 1995 и 2015 гг.

Fig. 1. Age composition of crucian carp population in the freshwater lake on Bolshoy Pelis Island in 1985, 1995 and 2015

Распределение по возрастам самок и самцов немного различалось. В 1985 г. наибольшее количество самцов были 4-летними (14,0 % от всей выборки), большинство же самок были 5-летними (23,0 %), причем количество самцов старших возрастов становилось значительно меньше, поэтому соотношение самок и самцов в 5-летнем возрасте было 4,6 : 1,0, а в 7-летнем — 10,0 : 1,0 (рис. 1). В 1995 г. наибольшее количество рыб обоих полов было 2-летнего возраста (22,9 % — самцов и 15,7 % самок). В возрастных группах 3 и 4 года количество рыб разных полов было почти равным, 5–6-летних самок было в 3 раза больше, чем самцов, 7-летние самцы не встречены вовсе. В 2015 г. количество 2- и 6-летних самок и самцов было приблизительно равным.

Самок было больше, чем самцов, в возрасте 3 и 7–8 лет, самцы преобладали в возрасте 4 и 5 лет. Как и ранее, самцов старших возрастов было намного меньше, чем самок, в 7-летнем возрасте соотношение полов было  $4,7\text{♀} : 1,0\text{♂}$ , самцы более старших возрастов встречались еще более редко. Наибольшее количество самцов были 4-летними (11,6 % от всей выборки) и 3-летними (8,9 %), самок — 3- (14,3 %) и 7-летними (12,5 %).

Темп линейного роста карасей в островной популяции в разные годы немного различался. Наиболее высоким он был у рыб в сборах 1995 г., средним — в 1985 и самым низким — в 2015 г. (рис. 2). Темп роста самок превышал темп роста самцов в 1985 и 2015 гг. (рис. 3, а, в), а вот в 1995 г. он был одинаков у обоих полов (рис. 3, б).

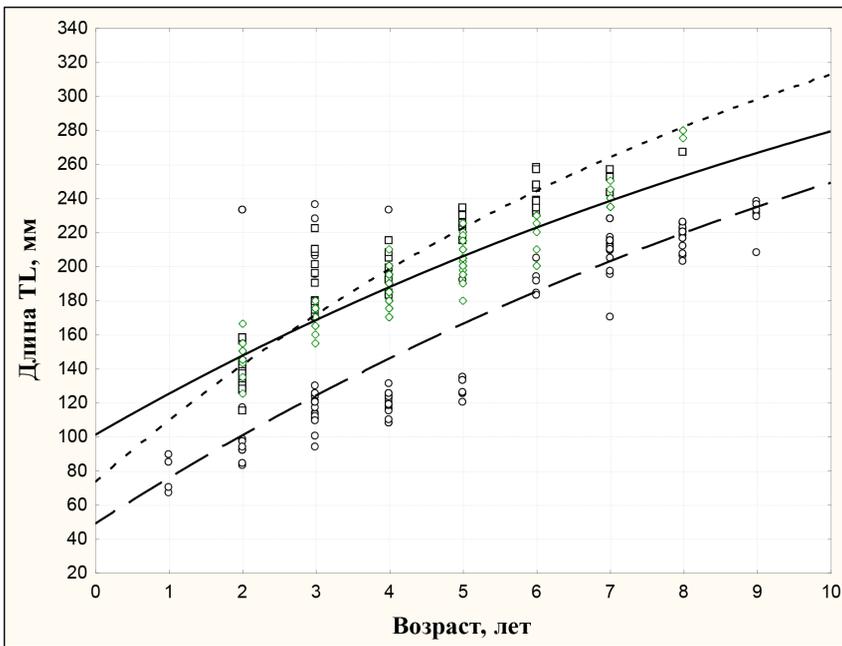


Рис. 2. Темп линейного роста серебряного карася в озере о. Большой Пелис в 1985 (сплошная линия), 1995 (линия мелкого пунктира) и 2015 гг. (линия крупного пунктира)

Fig. 2. Rate of linear growth for crucian carp from the freshwater lake of Bolshoy Pelis Island in 1985 (solid line), 1995 (fine dotted line) and 2015 (bold dotted line)

Размерный состав рыб в популяции карася был типичным для этого вида (рис. 4). Подавляющее число рыб, пойманных в 1985 г., имели длину тела  $TL$  от 141 до 200 мм. В 1995 г. в сборах представлены две большие группы рыб: с длиной тела 111–140 и 201–230 мм. В 2015 г. ситуация была такой же. В 1995 г. по сравнению с 1985 г. отмечена несколько большая средняя длина и масса тела карасей обоих полов соответствующих возрастных классов начиная с 3-летнего возраста. Самки всех возрастов были немного крупнее самцов. Зависимость увеличения массы тела от длины рыб была весьма показательной. Как у самок (рис. 5, а), так и у самцов (рис. 5, б) наиболее высокий темп весового роста отмечен в 1995 г., средний — в 1985 и самый низкий — в 2015 г.

Как показали проведенные исследования, популяция серебряного карася в озере на о. Большой Пелис обитает в довольно благоприятных условиях. Мелководность озера, периодическое пополнение его большим количеством свежей воды, обилие водной и полуводной растительности создают хорошие условия для размножения, питания и роста рыб. Хорошей защитой от немногочисленных хищников (рыбоядных птиц) карасям служат плотные заросли камышей и рогоза. Крупные ротаны (максимально крупные зарегистрированные особи — самец длиной  $TL$  153 мм, 26 г, самка  $TL$  165 мм, 28 г) представляют опасность только для сеголеток и редко — годовиков карася длиной  $TL$  менее 60–70 мм. По-видимому, карась адаптировался к постоянному хищничеству ротана, поэтому оно не является решающим фактором в резких изменениях численности его популяции.

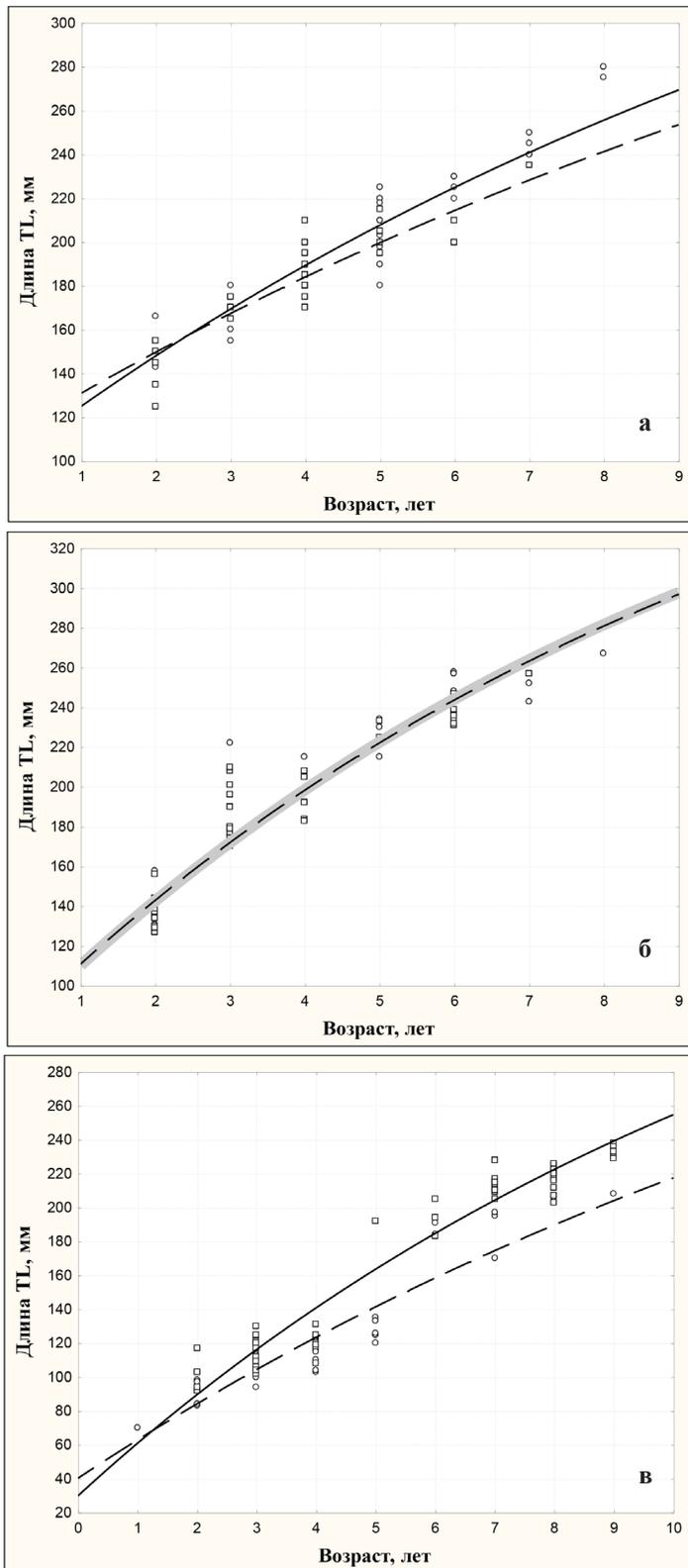


Рис. 3. Темп линейного роста самок (сплошная линия) и самцов (пунктир) серебряного карася в озере о. Большой Пелис: **а** — 1985 г.; **б** — 1995 г.; **в** — 2015 г.

Fig. 3. Rate of linear growth for crucian carp females (solid line) and males (dotted line) from the freshwater lake of Bolshoy Pelis Island: **а** — 1985; **б** — 1995; **в** — 2015

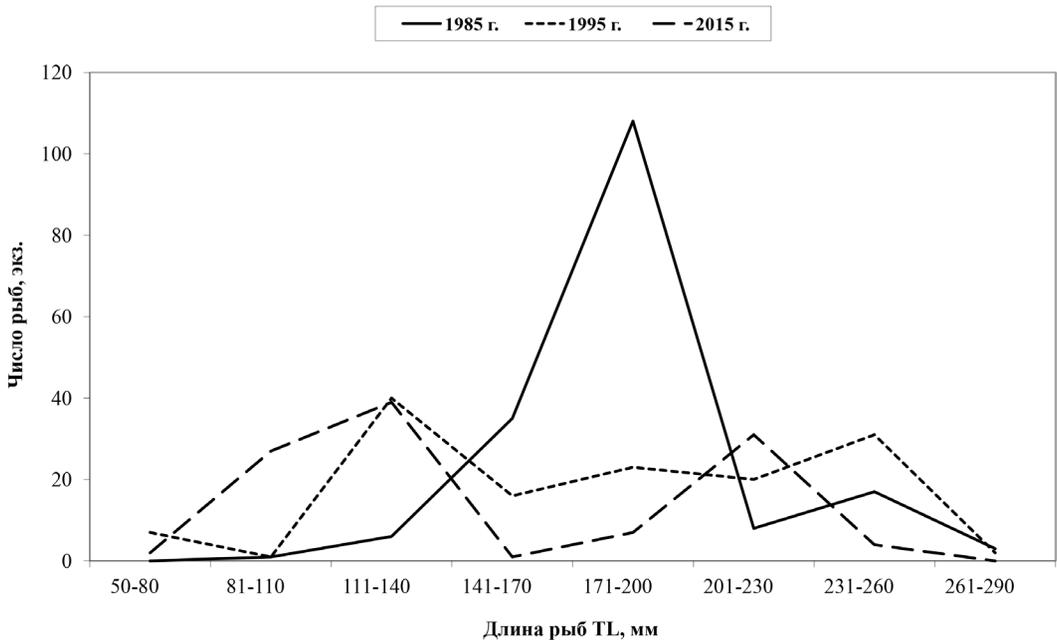


Рис. 4. Размерный состав рыб в популяции серебряного карася озера о. Большой Пелис в 1985, 1995 и 2015 гг.

Fig. 4. Size composition of crucian carp population from the freshwater lake of Bolshoy Pelis Island in 1985, 1995, and 2015

Показателем относительного благополучия популяции являются ее возрастная и размерная структура. Наличие половозрелых рыб возраста от 2 до 8 лет длиной  $TL$  от 110 до 280 мм находится в пределах возрастных и морфометрических показателей, отмеченных у рыб по всему ареалу: в реках Амур [Сысоева, 1958; Демина, 1974], Волга [Гудков, 1985; Кизина, 1986], Днепр [Артюшик, 1975], Дунай [Кукурадзе, Марияш, 1975; Lujic et al., 2013]; озерах и реках Сибири [Янкова, 2006; Корзун, 2011], водохранилище Волги [Михеев, 2006]; реках и побережье Азовского моря [Абраменко, 2008, 2011]. В сборах рыб 1985 г. из островного озера не были встречены рыбы старше 8 лет, что связано, возможно, с небольшим временем — 7 лет, прошедшим со времени учреждения заповедника, и прекращением периодического любительского промысла. Известно [Сысоева, 1958; Артюшик, 1975], что при постоянном прессе промысла в популяции заметно снижается доля старшевозрастных, крупных рыб. Но уже в сборах 1999–2000 гг. были встречены 11 и 12-летние рыбы [Ковалев и др., 2004], в 2015 г. были отмечены 9-летние рыбы и самая возрастная 14-летняя самка карася массой 1650 г. В целом, однако, темп роста рыб из островной популяции немного ниже, чем в других популяциях из больших озер и рек. По этому признаку островная популяция карася близка к тугорослым популяциям карася из крупных рек [Артюшик, 1975; Кукурадзе, Марияш, 1975]. Вследствие этого масса тела у одновозрастных рыб заметно ниже, чем, например, у рыб из Волги [Гудков, 1985; Кизина, 1986] и бассейна Амура [Сысоева, 1958; Демина, 1974]. Особенно отчетливо это проявляется у рыб старше 5 лет. Тем не менее темп роста рыб островной популяции является не самым низким, а средним из популяций карася водоемов Дальнего Востока [Ковалев и др., 2001] и бассейна р. Усури [Шаповалов, Барабанщиков, 2005].

Несмотря на в целом благоприятные условия в озере, периодически возникают предпосылки для возникновения особо тяжелых условий. Обычно это происходит в самый жаркий период года — в начале августа. Низкий уровень воды, отсутствие в течение 7–10 дней осадков, высокая степень инсоляции приводят к резкому повышению температуры воды (до 27 °C и выше) и бурному развитию фитопланктона («цветению

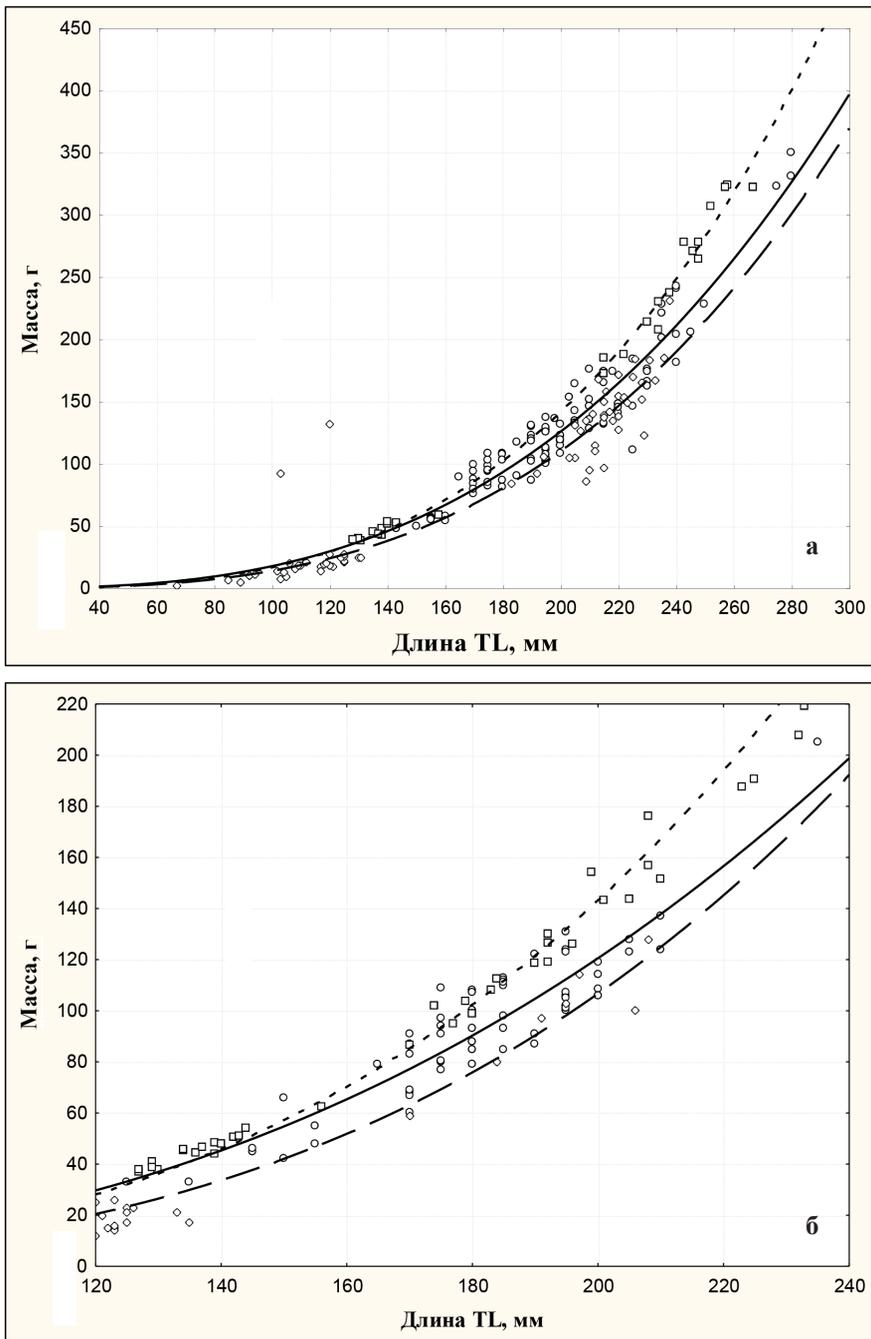


Рис. 5. Изменение массы тела в зависимости от длины у самок (а) и самцов (б) в популяции серебряного карася озера о. Большой Пелис в 1985 (сплошная линия), 1995 (линия мелкого пунктира) и 2015 гг. (линия крупного пунктира)

Fig. 5. Weight-length relationship for females (а) and males (б) of crucian carp from the freshwater lake on Bolshoy Pelis Island in 1985 (solid line), 1995 (fine dotted line) and 2015 (bold dotted line)

воды)), вследствие чего следуют сокращение содержания кислорода и скачкообразное увеличение концентраций фитотоксинов, выделяемых микроводорослями. Это приводит к массовой гибели рыб, обитающих в озере. Так, температура воздуха на о. Большой Пелис в период с 5 по 9 августа 1988 г. варьировала от 24 до 30 °С, и 5 августа было отмечено массовое скопление погибших мальков и взрослых ротанов (до 20 экз./м<sup>2</sup>) и

сеголеток карася (до 30 экз./м<sup>2</sup>) на полосе 50 × 1 м у северо-западного валунного берега озера. На следующий день в прибрежной полосе было найдено свыше 200 погибших карасей длиной более 200 мм. Таким образом, во время замора погибло не менее 2000 рыб. Подобный замор был отмечен и в 1989 г., периодически — и в последующие годы.

После нескольких заморозов в популяции карася произошли заметные изменения. Известно, что при благоприятных условиях среды и наличии в водоеме самцов карповых рыб других видов в популяциях серебряного карася резко снижено количество самцов, вплоть до полного их исчезновения, особенно ярко это проявляется в гиногенетических популяциях. В неблагоприятных же условиях, наоборот, доля самцов увеличивается, что отмечено и в гиногенетических, и в двуполых популяциях [Никольский, 1971; Гудков, 1985; Янкова, 2006; Абраменко, 2008]. Установлено, что островная популяция является двуполой диплоидной [Апаликова, 2008], и гиногенетических триплоидных рыб в ней нет. В 1985 г. количество самцов составляло около 1/3 всей численности, что очень близко к соотношениям в некоторых небольших водоемах Приморья [Ковалев и др., 2001, 2004] и Амура [Демина, 1974]. Соотношение полов в островной популяции в 1995 г. резко изменилось — самцы стали составлять большинство, до 2/3 всей численности. Эта пропорция сохранилась до конца 1990-х гг.: М.Ю. Ковалев с соавторами [2004] отметили, что и в 1999–2000 гг. в популяции также преобладали самцы (62 %). В начале 2000-х гг. несколько изменился гидрологический режим озера: на острове реже стали проходить тайфунные дожди, ранее резко увеличивавшие приток воды, поэтому осенью все чаще уровень озера становился низким. Но при этом немного снизились максимальные температуры воздуха и воды, поэтому гибель рыб не происходила. В 2015 г. снова 2/3 численности рыб в сборах составили самки, т.е. соотношение полов стало таким же, как в 1985 г. Таким образом, данная популяция отреагировала на ухудшение условий обитания так же, как и было отмечено ранее, — увеличением количества самцов, т.е. подтверждено мнение отечественных специалистов о том, что увеличение доли самцов в популяции серебряного карася является приспособительным механизмом для выживания в неблагоприятных условиях [Никольский, 1971; Абраменко, 2008; и др.]. Вывод о том, что увеличение численности самцов в популяции карася является следствием успешной натурализации [Lujic et al., 2013], является неверным.

Другим откликом популяции на ухудшение условий в озере явилось изменение темпа роста. В 1985 и 2015 гг. темп роста самок превышал темп роста самцов, что является обычным для карася. Но, в 1995 г. темп роста самцов увеличился и сравнялся с таковым самок, а темп линейного и весового роста рыб обоих полов был выше, чем в 1985 и 2015 гг. Вероятно, за счет большей численности самцов и повышенной скорости их роста островная популяция компенсировала потерю численности. Предположение о том, что темп роста самок и самцов изменяется и зависит по-разному от гидрологического режима и (или) пресса хищников и достаточности кормовой базы [Шаповалов, Барабанчиков, 2005], представляется мне неубедительным. После достижения естественно-оптимального уровня численности рыб в озере наступил баланс между полами с двукратным превосходством самок над самцами, а размерная и возрастная структура популяции приобрела вид двухвершинных кривых, где один пик составили преимущественно мелкие 2–4-летние половозрелые самцы, а второй — 5–7-летние крупные половозрелые самки. Это и наблюдалось в 1995 и 2015 гг.

Общая же численность карасей зависит как от уровня кормовой базы озера, так и от плотности популяции. Вероятно, в периоды полноводности озера попадание в его воды относительно небольшого количества азотистых и фосфорных соединений с пометом птиц служит дополнительным фактором, улучшающим трофность водоема, как следствие — питание и рост рыб. Если же уровень воды низок и высока температура воды, то добавление азота и фосфора ведет к эвтрофикации озера, снижению темпа роста рыб [Tsoumani et al., 2006], а при лавинообразном размножении микроводорослей при высокой температуре воды — к резкому сокращению содержания кислорода в воде,

накоплению токсинов и гибели рыб. Известно, что при высокой плотности популяции рыб и при постоянном объеме кормовой базы снижается темп линейного и весового роста [Никольский, Шубникова, 1974; Поляков, 1975] и наоборот. Эта закономерность была отмечена и в островной популяции серебряного карася. Так, в 1985 г. отмечен средний темп роста рыб, в 1995 г. темп роста стал выше, а в 2015 г. — стал ниже среднего, вероятно, как следствие повышенного уровня численности и плотности популяции.

### Заключение

Популяция половозрелого серебряного карася на о. Большой Пелис состоит из рыб длиной  $TL$  от 110 до 280 мм в возрасте от 2 до 8–9 лет, что обычно для вида на всем его ареале. Половозрелость наступает на 3-м году жизни. С 5 лет и старше численность самок в популяции значительно больше, чем самцов. Темп линейного и весового роста самок в нормальных условиях немного выше, чем самцов, соотношение полов в популяции составляет  $2♀ : 1♂$ . После гибели части рыб в результате заморозов по естественным причинам численность популяции увеличивается за счет более высокого темпа роста самцов, который сравнивается с ростом самок, и резкого возрастания числа самцов, которых становится вдвое больше, чем самок. После восстановления популяции численность самок снова начинает преобладать. При высокой численности и плотности популяции снижается темп линейного и весового роста рыб обоих полов.

### Благодарности

Благодарю В.А. Шелехова (ННЦМБ ДВО РАН) за большую помощь в проведении статистического анализа, Е.А. Чубарь (ДВГМЗ — филиал ННЦМБ ДВО РАН) — за консультации при описании высшей растительности озера и В.А. Пономарева (ДВГМЗ) — за помощь в сборе рыб. Выражаю также благодарность двум рецензентам за высказанные ими ценные замечания в процессе доработки статьи.

### Финансирование работы

Финансирование работы обеспечено за счет госбюджета, грантовой или спонсорской поддержки не имело.

### Соблюдение этических стандартов

Все международные, национальные и институциональные принципы использования животных в работе были соблюдены. Библиографические ссылки на все использованные в работе данные других авторов оформлены в соответствии с ГОСТом. Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

### Список литературы

- Абраменко М.И.** Адаптивные механизмы распространения и динамики численности *Carassius auratus gibelio* в Понто-Каспийском регионе (на примере Азовского бассейна) // Рос. журн. биол. инвазий. — 2011. — № 2. — С. 3–26.
- Абраменко М.И.** Закономерности функционирования популяций однополо-двуполого комплекса серебряного карася (*Carassius auratus gibelio*) Азовского бассейна : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Астрахань : Астрахан. гос. техн. ун-т, 2008. — 50 с.
- Апаликова О.В.** Филогеография плоидности и митохондриальной ДНК у серебряного карася *Carassius auratus gibelio* в популяциях Евразии // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2008. — Вып. 4. — С. 389–397.
- Артющик С.Т.** Особенности биологии днепровского серебряного карася // Рыб. хоз-во. — 1975. — № 6. — С. 18–19.
- Боруцкий В.В.** Материалы о питании карася (*Carassius auratus gibelio* Bloch.) в бассейне Амура // Тр. Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. — М. : МОИП, 1950. — Т. 1. — С. 331–344.

**Гудков П.К.** Данные по биологии серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) (Cyprinidae) дельты Волги // Вопр. ихтиол. — 1985. — Т. 25, № 3. — С. 517–520.

**Демина А.Г.** Некоторые закономерности роста серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) в бассейне Амура // Исслед. по биол. рыб и промысл. океанографии. — Владивосток : ТИНРО, 1974. — Вып. 5. — С. 75–85.

**Катин И.О.** Дополнения к составу и распределению авифауны в районе островов Римского-Корсакова // Дальневосточный морской биосферный заповедник / ред. А.Н. Тюрин, А.Л. Дроздов. — Владивосток : Дальнаука, 2004. — Т. 2 : Биота. — С. 753–758.

**Кизина Л.П.** Некоторые данные по биологии карасей рода *Carassius* низовьев дельты Волги // Вопр. ихтиол. — 1986. — Т. 26, № 3. — С. 416–424.

**Ковалев М.Ю., Азарова И.А., Романов Н.С.** Особенности биологии серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) из некоторых водоемов Дальнего Востока // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2001. — Вып. 1. — С. 277–283.

**Ковалев М.Ю., Романов Н.С., Азарова И.А.** Популяция серебряного карася *Carassius auratus gibelio* из озера острова Большой Пелис // Дальневосточный морской биосферный заповедник / отв. ред. А.Н. Тюрин. — Владивосток : Дальнаука, 2004. — Т. 1 : Исследования. — С. 591–598.

**Корзун А.С.** Карась серебряный амурский (*Carassius auratus gibelio*) в ихтиофауне Омской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Омск : Омский гос. пед. ун-т, 2011. — 16 с.

**Кукурадзе А.М., Марияш Л.Ф.** Материалы к экологии серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) низовья Дуная // Вопр. ихтиол. — 1975. — Т. 15, № 3. — С. 456–462.

**Маркевич А.И.** Мониторинг ихтиофауны Дальневосточного морского заповедника (залив Петра Великого Японского моря) // Мониторинг биоразнообразия. — М. : ИПЭЭ РАН, 1997. — С. 340–346.

**Мельникова Л.А.** Особенности и уникальность пресноводной альгофлоры // Дальневосточный морской биосферный заповедник / отв. ред. А.Н. Тюрин. — Владивосток : Дальнаука, 2004. — Т. 1 : Исследования. — С. 559–563.

**Михеев В.А.** Экология серебряного карася *Carassius auratus gibelio* Bloch центральной части Куйбышевского водохранилища : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Казань : Казан. гос. ун-т, 2006. — 22 с.

**Никольский Г.В.** Частная ихтиология : моногр. — М. : Высш. шк., 1971. — 472 с.

**Никольский Г.В., Шубникова Н.Г.** О характере взаимосвязи численности и некоторых биологических показателей в популяции обыкновенного карася *Carassius carassius* (L.) // Вопр. ихтиол. — 1974. — Т. 14, № 4. — С. 581–588.

**Поляков Г.Д.** Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб : моногр. — М. : Наука, 1975. — 158 с.

**Селедец В.П.** Растительность острова Большой Пелис // Цветковые растения островов Дальневосточного морского заповедника. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. — С. 115–129.

**Селедец В.П., Пробатова Н.С.** Дополнение к флоре островов Дальневосточного государственного морского заповедника // Цветковые растения островов Дальневосточного морского заповедника. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. — С. 81–91.

**Сысоева Т.К.** Материалы по возрастному составу и темпу роста серебряного карася — *Carassius auratus gibelio* (Bloch) в бассейне Амура // Тр. Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. — М. : МОИП, 1958. — Т. 4. — С. 149–157.

**Тюрин А.Н.** Класс Aves — Птицы // Дальневосточный морской биосферный заповедник / ред. А.Н. Тюрин, А.Л. Дроздов. — Владивосток : Дальнаука, 2004. — Т. 2 : Биота. — С. 475–494.

**Чубарь Е.А.** О флоре островов заповедника и некоторых итогах ее инвентаризации // Дальневосточный морской биосферный заповедник / отв. ред. А.Н. Тюрин. — Владивосток : Дальнаука, 2004. — Т. 1 : Исследования. — С. 572–582.

**Чубарь Е.А., Пробатова Н.С., Селедец В.П.** Lycopodiophytes, Equisetophytes, Polypodiophytes, Pinophytes, Magnoliophytes // Дальневосточный морской биосферный заповедник / ред. А.Н. Тюрин, А.Л. Дроздов. — Владивосток : Дальнаука, 2004. — Т. 2 : Биота. — С. 373–420.

**Шаповалов М.Е., Барабанщиков Е.И.** Рост серебряного карася *Carassius auratus gibelio* в бассейне р. Усури // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2005. — Вып. 3. — С. 527–534.

**Янкова Н.В.** Эколого-морфологические особенности диплоидно-триплоидных комплексов серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) на примере озер междуречья Тобол-Тавда : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Тюмень : Тюмен. гос. ун-т, 2006. — 24 с.

**Lujčić J., Kostić D., Vjelić-Cabrilo O. et al.** Ichthyofauna composition and population parameters of fish species from the special nature reserve «Koviljsko-Petrovaradinski Rit» (Vojvodina, Serbia) // Turkish J. Fish. Aquat. Sci. — 2013. — Vol. 13, № 4. — P. 665–673. DOI: 10.4194/1303–2712–v13\_4\_12.

**Tsoumani M., Liasko R., Moutsaki P. et al.** Length-weight relationships of an invasive cyprinid fish (*Carassius gibelio*) from 12 Greek lakes in relation to their trophic states // *J. Appl. Ichthyol.* — 2006. — Vol. 22, № 4. — P. 281–284. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00768.x.

## References

**Abramenko, M.I.**, Adaptive mechanisms of distribution and quantity dynamics of *Carassius auratus gibelio* in the Ponto-Caspian region (on example of the Azov basin), *Russian Journal of Biological Invasions*, 2011, no. 2, pp. 3–26.

**Abramenko, M.I.**, Laws of functioning of populations of the same-sex-bisexual complex of silver crucian carp (*Carassius auratus gibelio*) of the Azov basin, *Extended Abstract of Doct. Sci. (Biol.) Dissertation*, Astrakhan: Astrakhan. gos. tekhn. un-t, 2008.

**Apalikova, O.V.**, Phylogeography of ploidy and mitochondrial DNA in silver carp *Carassius auratus gibelio* in populations of Eurasia, in *Chteniya pamyati Vladimira Yakovlevicha Levanidova* (Readings Commemorating Vladimir Yakovlevich Levanidov), Vladivostok: Dal'nauka, 2008, vol. 4, pp. 389–397.

**Artyushchik, S.T.**, Biology features of the Dnieper silver carp, *Rybn. Khoz.*, 1975, no. 6, pp. 18–19.

**Borutsky, E.V.**, Materials on the feeding of crucian carp (*Carassius auratus gibelio* Bloch.) in the Amur basin, *Tr. Amurskoy ikhtiologicheskoy ekspeditsii 1945–1949 gg.*, Moscow: Mosk. O-vo Ispyt. Prir., 1950, vol. 1, pp. 331–344.

**Gudkov, P.K.**, Biological data on silver carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch) (Cyprinidae) of the Volga delta, *Vopr. Ikhtiol.*, 1985, vol. 25, no. 3, pp. 517–520.

**Dyomina, A.G.**, Some patterns of growth of *Carassius auratus gibelio* (Bloch) silver carp in the Amur basin, *Issled. Biol. Rybn. Promysl. Okeanogr.*, 1974, no. 5, pp. 75–85.

**Katin, I.O.**, Additions to the composition and distribution of avifauna in the region of the Rimsky-Korsakov islands, in *Far-Eastern Marine Biospherical Reserve. Biota*, Tyurin, A.N., Drozdov, A.L., eds, Vladivostok: Dal'nauka, 2004, vol. 2, pp. 753–758.

**Kizina, L.P.**, Some data on the biology of crucian carp of the genus *Carassius* of the lower Volga delta, *Vopr. Ikhtiol.*, 1986, vol. 26, no. 3, pp. 416–424.

**Kovalev, M.Yu., Azarova, I.A., and Romanov, N.S.**, Biological features of the silver carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch) from some reservoirs in the Far East, in *Chteniya pamyati Vladimira Yakovlevicha Levanidova* (Readings Commemorating Vladimir Yakovlevich Levanidov), Vladivostok: Dal'nauka, 2001, vol. 1, pp. 277–283.

**Kovalev, M.Yu., Romanov, N.S., and Azarova, I.A.**, Silver carp population *Carassius auratus gibelio* from Lake Big Pelis, in *Far-Eastern Marine Biospherical Reserve. Research activities*, Tyurin, A.N., ed., Vladivostok: Dal'nauka, 2004, vol. 1, pp. 591–598.

**Korzun, A.S.**, Amur silver crucian carp (*Carassius auratus gibelio*) in the ichthyofauna of the Omsk region, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Omsk: Omskiy gos. ped. un-t, 2011.

**Kukuradze, A.M. and Mariyash, L.F.**, Ecological materials for the silver carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch) of the lower Danube, *Vopr. Ikhtiol.*, 1975, vol. 15, no. 3, pp. 456–462.

**Markevich, A.I.**, Monitoring the ichthyofauna of the Far Eastern Marine Reserve (Peter the Great Bay of the Sea of Japan), in *Monitoring bioraznoobraziya* (Monitoring of biodiversity), Moscow: IPEE RAN, 1997, pp. 340–346.

**Melnikova, L.A.**, Features and uniqueness of freshwater algaeflora, in *Far-Eastern Marine Biospherical Reserve. Research activities*, Tyurin, A.N., ed., Vladivostok: Dal'nauka, 2004, vol. 1, pp. 559–563.

**Mikheev, V.A.**, Ecology of goldfish *Carassius auratus gibelio* Bloch in the central part of the Kuibyshev reservoir, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Kazan: Kazan. gos. un-t, 2006.

**Nikolsky, G.V.**, *Chastnaya ikhtiologiya* (Private ichthyology), Moscow: Vysshaya Shkola, 1971.

**Nikolsky, G.V. and Shubnikova, N.G.**, On the nature of the relationship between abundance and some biological indicators in the common carp population *Carassius carassius* (L.), *Vopr. Ikhtiol.*, 1974, vol. 14, no. 4, pp. 581–588.

**Polyakov, G.D.**, *Ekologicheskiye zakonomernosti populyatsionnoy izmenchivosti ryb* (Ecological patterns of fish population variation), Moscow: Nauka, 1975.

**Seledets, V.P.**, Vegetation of the Bolshoi Pelis island, in *Tsvetkovyye rasteniya ostrovov Dal'nevostochnogo morskogo zapovednika* (Flowering plants of the islands of the Far East non-eastern marine reserve), Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr Akad. Nauk SSSR, 1981, pp. 115–129.

**Seledets, V.P. and Probatova, N.S.**, Addition to the flora of the islands of the Far Eastern State Marine Reserve, in *Tsvetkovyye rasteniya ostrovov Dal'nevostochnogo morskogo zapovednika*

(Flowering plants of the islands of the Far Eastern Marine Reserve), Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr Akad. Nauk SSSR, 1981, pp. 81–91.

**Sysoeva, T.K.**, Materials on the age composition and growth rate of silver crucian carp — *Carassius auratus gibelio* (Bloch) in the Amur basin, *Tr. Amurskoy ikhtiologicheskoy ekspeditsii 1945–1949 gg.*, Moscow: Mosk. O-vo Ispyt. Prir., 1958, vol. 4, pp. 149–157.

**Tyurin, A.N.**, Class Aves — Birds, in *Far-Eastern Marine Biospherical Reserve. Biota*, Tyurin, A.N., Drozdov, A.L., eds, Vladivostok: Dal'nauka, 2004, vol. 2, pp. 475–494.

**Chubar, E.A.**, About the flora of the islands of the reserve and some of the results of its inventory, in *Far-Eastern Marine Biospherical Reserve. Research activities*, Tyurin, A.N., ed., Vladivostok: Dal'nauka, 2004, vol. 1, pp. 572–582.

**Chubar, E.A., Probatova, N.S., and Seledets, V.P.**, Lycopodiophytes, Equisetophytes, Polypodiophytes, Pinophytes, Magnoliophytes, in *Far-Eastern Marine Biospherical Reserve. Biota*, Tyurin, A.N., Drozdov, A.L., eds, Vladivostok: Dal'nauka, 2004, vol. 2, pp. 373–420.

**Shapovalov, M.E. and Barabanshchikov, Ye.I.**, The growth of silver crucian *Carassius auratus gibelio* in the river basin (Ussuri), in *Chteniya pamyati Vladimira Yakovlevicha Levanidova* (Readings Commemorating Vladimir Yakovlevich Levanidov), Vladivostok: Dal'nauka, 2005, vol. 3, pp. 527–534.

**Yankova, N.V.**, Ecological and morphological features of the diploid-triploid complexes of the goldfish *Carassius auratus gibelio* (Bloch) on the example of the lakes of the Tobol-Tavda interfluvium, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Tyumen: Tyumen. gos. un-t, 2006.

**Lujić, J., Kostić, D., Bjelić-Čabrilo, O., Popović, E., Miljanović, B., Marinović, Z., and Marković, G.**, Ichthyofauna Composition and Population Parameters of Fish Species from the Special Nature Reserve “Koviljsko-Petrovaradinski Rit” (Vojvodina, Serbia), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2013, vol. 13, pp. 665–673. doi 10.4194/1303-2712-v13\_4\_12

**Tsoumani, M., Liasko, R., Moutsaki, P., Kagalou, I., and Leonardos, I.**, Length-weight relationships of an invasive cyprinid fish (*Carassius gibelio*) from 12 Greek lakes in relation to their trophic states, *J. Appl. Ichthyol.*, 2006, vol. 22, no. 4, pp. 281–284. doi 10.1111/j.1439-0426.2006.00768.x

*Поступила в редакцию 5.03.2020 г.*

*После доработки 20.04.2020 г.*

*Принята к публикации 20.05.2020 г.*