

УДК 597.554.3 +551.481

### О карасях периодически высыхающих степных озёр Северного Казахстана в свете современных отечественных и зарубежных исследований

А.И. Горюнова, К.Б. Исбеков, С.Ж. Асылбекова, Е.К. Данько

Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ТОО «КазНИИРХ»),  
г. Алматы  
E-mail: assylbekova@mail.ru

Эта статья готовилась как поздравление с замечательным юбилеем, образцом научного долголетия — её основному автору, Антонине Ивановне Горюновой, исполнилось 95 лет! Но, к сожалению, пока статья находилась в редакции, пришло печальное известие, что старейший, заслуженнейший ихтиолог, наш коллега из Казахстана, ушла из жизни. И приходится эту статью посвящать не её юбилею, а светлой памяти.

*Редколлегия*

Приведены биологические и цитоморфологические особенности, свойственные карасям в экспериментальных условиях периодически высыхающих степных озёр Северного Казахстана, где они наиболее отчётливы, а в ряде случаев единичны, узко адаптированы, которые, несомненно, имеют место и в других регионах и в других экосистемах. Основные наблюдения проведены на карасях, обитающих в озёрах Северного Казахстана, исключая естественную инвазию китайского карася из рек Обь-Иртышской системы. Определен видовой состав карасей, половая структура серебряного карася и появление его двуполой формы по мере ухудшения условий обитания высыхающих озёр. Приведены данные по исследованиям гибридизации карасей в степных периодически пересыхающих озёрах как одной из форм его адаптации. О появлении гибридов с различной степенью наследования родительских признаков в период изменения условий их обитания. Об устойчивости приспособительных признаков гибридных особей, которое позволяет им существовать в качестве самостоятельно воспроизводящейся формы. О необходимости проведения дополнительных исследований казахстанским учёным по таксономии рода *Carassius* в Обь-Иртышской водной системе в целом и в степных озёрах в частности.

**Ключевые слова:** карась золотой *Carassius carassius*, карась серебряный *Carassius gibelio*, признаки пластические, признаки мерестические, диплоиды, триплоиды, естественная гибридизация.

#### ВВЕДЕНИЕ

Изучение таксономии рода *Carassius*, широко развернувшееся с применением генетических методик, невольно ставит вопрос о правомочности результатов исследований, выполненных с помощью цитоморфологических методов. Опубликованные материалы

о карасях степных озёр на организменном, биоценоотическом и популяционном уровнях получили высокую оценку отечественных специалистов во второй половине прошлого века. Зарубежные исследователи нашего времени или отвергают эти результаты или предлагают неоправданные коррективы. Анализу

тех и других посылов посвящена данная работа.

### ВИДОВОЙ СОСТАВ КАРАСЕЙ СТЕПНЫХ ОЗЁР

Основные наблюдения, проводились на бессточных, периодически высыхающих озёрах Северного Казахстана, исключая естественную инвазию китайского карася из рек Обь-Иртышской системы. Видовой состав включал золотого *Carassius carassius* (L., 1758) и серебряного *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) карасей.

Соотношение численности этих видов редко бывает равным. Так в озёрах Коржинкольской системы Акмолинской области золотой карась был единственным за 20 лет наблюдений [Горюнова, Данько, 2011], в Северо-Казахстанской области в 50-х годах преобладал серебряный карась в 30 озёрах из 32 обследованных [Ерещенко, 1959], а в озёрах Костанайской области — в 14 озёрах из 21 обследованного водоёма [Горюнова, 1960], что может объясняться более высокой устойчивостью серебряного карася к дефициту кислорода [Абраменко, Недвига, 2011]. По мере усыхания водоёма и ухудшения кислородного режима золотого карася становится все меньше даже в озёрах, не используемых промыслом, а в годы перед полным высыханием ихтиофауна на озере представлена лишь серебряными карасями.

Японские исследователи [Sakai et al., 2009], посетившие казахстанские водоёмы (р. Чара и оз. Михайловское Восточно-Казахстанской области), зарегистрировали наличие золотого карася, серебряного карася *Carassius gibelio gibelio* и новую форму — *Carassius gibelio* subsp. M, которая, по нашему мнению, является гибридом серебряного карася с китайским. Некоторые исследователи [Luskova et al., 2010] рассматривают его как видовой комплекс (*Carassius auratus* complex).

### ПОЛОВАЯ СТРУКТУРА СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ

Однополые популяции серебряного карася были зарегистрированы в начале 50-х годов в озёрах Тургая, Камыш-Самарской и Кушумской систем [Сидорова, 1956; Серов, 1959]. В то же время в озёрах Северо-Казахстанской

области обнаружены самцы от 0,5 до 5,5% в популяции [Ерещенко, 1959]; в озёрах Костанайской области по мере ухудшения условий обитания высыхающих озёр — от 2,1 до 15% [Горюнова, 1960]. Это были первые маршрутные бонитировочные исследования степных озёр (не менее 40 озёр — за вегетационный сезон в каждой области) после повсеместного наполнения озёрных котловин в начале 40-х годов.

Находки самцов серебряного карася были открытием, вызывая удивление у исследователей и старых опытных рыбаков. Достоверные фактические данные казахстанских ихтиологов о появлении двуполой формы серебряного карася сразу нашли живой отклик учёных [Бушнице, Кристиан, 1960; Головинская и др., 1965; Макеева и др., 1965; Черфас, 1967, Янкова, 2006].

Появилось желание предвидеть появление самцов в однополых популяциях серебряного карася при ухудшении условий обитания в усыхающем озере, при резких колебаниях уровня воды, при уменьшении численности (вплоть до полного исчезновения) основного полового партнёра — золотого карася. Был использован экспресс-метод Н. Б. Черфас [1966], основанный на соотношении площадей эритроцитов и их ядер с уровнем плоидности организма.

В обмелевшем озере Сарыколь (Костанайская область), испытывающем резкие колебания уровня воды в течение вегетационного периода и заморные явления зимой, цитометрический анализ крови показал соотношение площадей эритроцитов и их ядер, равное 1:1,47, что свидетельствовало о наличии в популяции серебряного карася самок двуполой формы. Данный экспресс-метод был использован и в оз. Майбалык Акмолинской области, также с зимними заморами, но без резких колебаний уровня воды и практически при отсутствии золотого карася. Однополая популяция серебряного карася долгие годы воспроизводилась с помощью самцов карпа, ежегодно вселяемых из рыбобитомника. Здесь соотношение площадей эритроцитов было 1:1,13. Самок двуполой формы серебряного карася не было [Горюнова, 1974].

Некоторое число самцов, возникших в однополых популяциях серебряного карася, возможно, является «исключительным» по по-

ловому статусу [Головинская, 1954], но даже в водоёмах с установленным наличием диплоидной формы воспроизводительная функция самцов далека от совершенства [Горюнова, Скакун, 2002; Горюнова, Данько, 2015]. Можно предположить, что определённую часть самцов составляли триплоидные особи, как в нижнедонских популяциях серебряного карася [Абраменко и др., 1998]. Находки триплоидных самцов серебряного карася зарегистрированы также в Китае, где отмечена гомохаристическая репродукция между триплоидными самцами и самками [Fan, Shen, 1990; Zhou et al., 2000; цит. по Sakai et al., 2009].

В усыхающих бессточных озёрах Северного Казахстана за 30 дней наблюдений за нерестом серебряного карася (в оз. Боцаколь) установлено среди активно нерестующих самцов около 30% особей, не имеющих брачного наряда (жемчужной сыпи на голове и жаберных крышках). В то же время 30% «отдыхающих» самцов (присутствующих на нерестилище) имели брачный наряд. Аномалии половых желёз отмечены только у активно нерестующих самцов.

Обобщая наблюдения за появлением самцов в естественных популяциях серебряного карася степных озёр, можно сделать вывод о непосредственном воздействии условий обитания на регуляцию полового состава. Эту позицию поддержали А. П. Макеева и Г. В. Никольский [1965], М. Н. Абраменко [1997], Е. Д. Васильева и В. Т. Васильев [2000].

Настороженно отнеслась к таким выводам Н. Б. Черфас [1969].

С ухудшением условий существования связаны нарушения полового цикла самок серебряного карася, откладывающих одну порцию икры при наличии в яичниках трёх (иногда четырёх) генераций овоцитов. Эти наблюдения поддержали сибирские исследователи [Волгин, Анчутина, 1972], изучающие карасей степных озёр Западной Сибири.

#### СОСТОЯНИЕ ОДНОПОЛО-ДУПОЛОГО КОМПЛЕКСА СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ

Однополые гиногенетические особи морфологически неотличимы по результатам биометрического анализа сеголеток и двухлеток двух форм [Головинская, Ромашев, 1965; Черфас, 1969]. Наряду с этим отмечены большие различия между формами по эритроцитарным антигенам [Черфас, 1986], по спектрам общих белков сыворотки крови [Абраменко, Кравченко, 1997], по различным способам размножения [Черфас, 1967] и репродуктивного поведения [Абраменко, 2008].

У серебряных карасей степных озёр Казахстана однополые и двуполые особи почти неотличимы, особенно в молодом возрасте и в тех популяциях, где двуполовая форма образовалась недавно. В усыхающих озёрах, где самцы составляют не менее 25% от популяции серебряного карася, биометрический анализ половозрелых карасей даёт некоторое представление

**Таблица 1.** Основные пластические и меристические признаки однополых и двуполых форм серебряного карася, в % от длины тела

Признаки	Двуполовая форма		Однополая форма
	самцы	самки	
Длина головы (ao)	30,34±0,44	28,55±0,25	26,47±0,01
Длина хвостового стебля (fd)	15,16±0,37	16,85±0,42	17,70±0,21
Наибольшая высота D (tu)	23,68±0,60	18,91±0,42	17,33±0,18
Наибольшая высота A (ej)	21,80±0,50	15,84±0,21	14,62±0,27
Чешуй в II	30,20±0,45	30,67±0,08	31,04±0,20
Зубчиков на жестком луче D	15,80±0,18	16,60±0,40	18,25±0,41
Число жаберных тычинок (sp.br.)	42,63±0,53	42,62±0,69	45,32±0,49
Число позвонков (vertebrae)	28,70±0,20	28,00±0,35	27,90±0,38
Число исследованных рыб	25	25	25

о морфологических различиях двух форм [Горюнова, 2011] (табл. 1).

Н. В. Янкова [2006], оценив результаты исследований [Скакун, Горюнова, 1989], установила, что для серебряного карася озёр междуречья Тобол-Тавда «в целом различия диплоидов и триплоидов незначительны».

Помимо указанных морфологических различий, возможна определённая генетическая связь пloidности серебряного карася с цветом перитонеальной выстилки. К сожалению, нами не найдено описаний подобной связи в литературе, поэтому предположительно это явление может быть присущим только серебряному карасю пересыхающих степных озёр. Замечено, что у самцов и самок двуполой формы выстилка угольно-чёрная, у самок триплоидов она может быть серой, как отмечено для серебряного карася оз. Майбалык. У этих триплоидов отношение площадей эритроцитов и их ядер колебалось от 1,08 до 1,09. В озёрах с диплоидно-триплоидным комплексом у триплоидов с серой выстилкой — от 1,13 до 1,18, у диплоидов с угольно-чёрной выстилкой — от 1,23 до 1,40.

Есть различие у двух форм и по темпу эмбриогенеза. Начиная со стадии гастролы, наступление одноименных стадий развития у эмбрионов триплоидов происходит раньше, чем у диплоидов [Саволайнен, 1985]. По результатам полевых опытов на степном оз. Бошаколь Костанайской области стадия заполнения плавательного пузыря воздухом и начала питания у личинок серебряного карася триплоидов наступает на 25 часов раньше, чем у диплоидов.

Цитоморфологические и эмбриональные различия диплоидных и триплоидных форм серебряного карася требуют дальнейшего изучения в связи с проблемой неустойчивости пloidного статуса. В опытных условиях по скрещиванию карасей обнаружены хромосомные линии, способные размножаться как гиногенезом, так и бисексуально [Zhon et al., 2000; цит. по Вехову, 2013]. В естественных условиях двуполоая форма, появившаяся в результате эколого-цитогенетических изменений в популяциях однополых карасей, иллюстрирует общую трансформацию половой генетической структуры серебряного карася. Глубо-

кое изучение этой трансформации серебряного карася Азовского бассейна показало наличие наряду с однополыми триплоидами однополых диплоидов. В атмосферных изолятах и полу-изолятах юго-восточных районов Ростовской области были обнаружены однополо-женские диплоидные популяции [Абраменко, 2009]. Аналогичное явление отмечено для серебряного карася Среднеднепровского бассейна [Межжерин, Кокодий, 2010].

Без специальных генетических исследований, на основе лишь эколого-морфологических анализов может создаваться впечатление превращения диплоидной формы в триплоидную и обратно. В степных периодически высыхающих озёрах такие «превращения» не отмечены. Однако есть примеры «преобразования» однополо-двуполого комплекса серебряного карася в однополый после многократных вселений карпа.

Изучение филогении карасей с использованием митохондриального цитохрома позволяет устанавливать генетическое разнообразие вида или подвида. Колоссального масштаба генетические исследования зарубежных учёных базируются на подробном фактическом материале интродукций и транслокаций. В русле этой всеобъемлющей идеи диплоидные формы серебряного карася считаются интродуцированными из водоёмов Центральной и Восточной Европы, а триплоидные — из водоёмов Центральной Азии [Kalous et al., 2012; Rylkova et al., 2013]. Кроме того, инвазии однополых триплоидов серебряного карася объясняются случайным завозом с растительными рыбами из Азии [Rylkova et al., 2013; Ribeiro et al., 2015]. Часто за *Carassius auratus gibelio*/*C. gibelio* принимают диких серебряных карасей с территории Восточной Европы. Серебряных карасей из Центрального и Южного Китая обозначают *Carassius auratus auratus* или *Carassius auratus*.

Появление диплоидных популяций в водоёмах Западной Европы связывают с распространением домашней формы карася — золотой рыбки, триплоидные популяции продвигаются из восточных районов ареала [Pelz, 1987]. Автор предлагает называть диплоидную форму *Carassius auratus auratus*, триплоидную — *Carassius auratus gibelio*.

Коттелат [1997] придаёт этим подвидам видовой статус. По мнению авторов латинское название *gibelio* может быть использовано как видовое для триплоидной формы, но при условии, что эта форма на всем ареале имеет достаточно древнее происхождение и будет доказано, что триплоиды действительно входят в состав типовых экземпляров (*Cyprinus gibelio* Bloch, 1782), хранящихся в настоящее время в зоологическом музее Гумбольдского Университета (Берлин) под № 3203 [Kottelat, 1997]. В противном случае это название следует считать «*nomen nudum*».

Однако, разделение однополый и двуполой форм серебряного карася продолжается. Межжерин и Лисецкий [2004] популяцию серебряных карасей Среднеднепровского бассейна предлагают разделить на диплоидных *Carassius auratus* и полиплоидных *Carassius gibelio* [цит. по Вехову, 2013]. Также считают некоторые исследователи водоёмов Западной Европы: *Carassius auratus* и *Carassius gibelio* по результатам современных генетических анализов имеют и локальную родственную связь [Rylkova et al., 2010], но могут быть отдельными видами, различающимися по пloidности. В качестве примера описан самец диплоидной формы из аллювия реки Олза (приток р. Одра), как вид — неотип *Carassius gibelio* ZMB33979 [Kalous et al., 2012].

Если сравнить этого самца с самцами двуполой формы из оз. Жаксы-Алаколь (Костанайская область), образец неотипа является короткоголовым, с большей длиной хвостового стебля, меньшей высотой спинного и анального плавников, меньшим числом прободенных чешуй в боковой линии (28 против 30), меньшим числом зубчиков на последнем неветвистом луче спинного плавника (10 против 16), но большим числом тычинок на первой жаберной дуге (47 против 43).

#### ЕСТЕСТВЕННАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ — ФОРМА ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННОЙ АДАПТАЦИИ

Теоретическое значение исследований гибридных форм заключается в раскрытии некоторых закономерных особенностей развития, определяемых степенью их родства [Крыжановский, 1968], в раскрытии преобразующей

роли гибридной силы, при создании новых форм в результате экспериментальных скрещиваний.

В скрещиваниях серебряного карася с другими видами рыб получены разнообразные гибридные биотипы: гибриды серебряного карася с короткорылым лещом с различной пloidностью. Аналогичное явление отмечали для гибридов диплоидных серебряных карасей с карпом [Черфас, 1989; Гомельский и др., 1988] Китайские исследователи занимались изучением карпо-карасёвых гибридов в течение 20 лет. Раскрыты интересные закономерности связи количества хромосом у отцовской и материнской линий с выживаемостью потомства [Liu Shao Jun, 2010]. В прудовых условиях России (ВНИИПРХ) получено три поколения карпо-карасёвых гибридов [Черфас и др., 1989], в прудах Украины — два поколения карпо-карасёвых гибридов [Кузема, Томиленко, 1965].

Естественных гибридов карасей с карпом (сазаном) находили в водоёмах ещё задолго до использования генетических маркеров. Н. И. Николукин [1948] в уловах карасей из водоёмов поймы верхнего Дона обнаружил 70–80% гибридов серебряного карася с сазаном. Единичные находки гибридов серебряного карася с сазаном отмечали Г. Х. Шапошников [1950] в дельте реки Амударья (оз. Муюнкум), Г. В. Никольский [1940] в оз. Судачье (бассейн Аральского моря), Н. П. Серов [1966] в реке Каратал (бассейн оз. Балхаш). Гибриды карпа и золотого карася отличались высокой скоростью роста, очень большим процентом самок и стерильными самцами. Стерильность авторы работы [Makino Sajiro et al., 1955] связывают с нарушением генетического баланса между хромосомами родителей. В последнем десятилетии опубликованы находки естественных гибридов серебряного карася с золотым и карпом в водоемах Чехии, Швеции, Австралии, бассейна реки Днепр [по Вехову, 2013].

Гибридикация карасей в степных периодически пересыхающих озёрах — одна из форм адаптации. Изменение условий обитания вызывает появление гибридов с различной степенью наследования родительских признаков. Гибриды от естественного скрещивания двуполой формы серебряного карася с золотым

карасём наследуют от него белый цвет перитонеальной выстилки и большее, чем у серебряного карася количество зубчиков на жёстком луче спинного плавника: 19–25 шт. (20) против  $34,95 \pm 0,35$  шт. у золотого и 17,7 шт. у серебряного. Количество жаберных тычинок у гибрида 40,5–44,0 шт. (42,2) против  $27,93 \pm 0,76$  шт. у золотого и  $45,29 \pm 0,28$  шт. у серебряного. Количество чешуй в боковой линии 30,1 шт. против  $26,57 \pm 0,95$  шт. у золотого и  $30,90 \pm 0,10$  шт. у серебряного. Количество позвонков 28,9 шт. против 29,2 и 28,5 шт. Индекс отношения переднего отдела плавательного пузыря к его длине — 83,5% против 80,0 и 86,0%. Регенерационное отношение чешуйного покрова (в возрасте 4+) —  $24,6 \pm 3,3$  против  $20,2 \pm 4,8$  и  $41,5 \pm 2,5$ . Внешняя окраска: у гибрида — голубовато-бирюзовая против бронзовой у золотого и серой у серебряного карася.

Цитометрическим анализом крови доказана однородная генетическая структура гибридов с белой брюшиной: они на 100% — триплоиды. Карасям диплоидам они уступают (как показал метод морфобиологических индикаторов) по уровню физиологических реакций: состоянию защитных сил организма, степени разнородности популяции, интенсивности обмена и метаболических процессов [Скакун, Горюнова, 2004]. Но растут они лучше: масса гибридов в 1,8–2,5 раза выше, чем у диплоидов. Выше и плодовитость гибридов: 2272 шт. против 1914 шт. в молодом возрасте (у самок массой менее 50 г.) и 29 099 шт. против 19 823 шт. у самок массой 150–200 г.

Гибридная форма, пространственно не разобщённая, репродуктивно изолирована от особей других морфобиологических групп вследствие генетической и физиологической неоднородности. Устойчивость приспособительных признаков гибридных особей позволяет им существовать в качестве самостоятельно воспроизводящейся формы, как показал опыт 8-летнего пребывания гибридов в изолированном, прежде безрыбном озере Куркульдек, площадью около 20 га (гибриды со светлой голубоватой чешуёй в количестве около 50 шт. были взяты из оз. Боцаколь). Относительное количество гибридов в 1958 г. составило в оз. Жаксы-Алаколь 14,6%, в оз. Боцаколь —

20% (в первом озере — за 10 лет до безрыбного состояния, во втором озере — за 6 лет до полного высыхания).

В озёрах с коротким циклом высыхания и наполнения (озеро-болото) весьма многочисленны гибриды темно-бронзовой окраски с угольно-чёрной брюшиной и различной величиной признаков золотого карася. У одних — с количеством жаберных тычинок 28–32 шт. и зубчиков на последнем жёстком луче спинного плавника — 18–22 (среднее 20) шт., у других, соответственно, 40–47 (40,6) шт. и 12–20 (15) шт.

Это исключительно тугорослые рыбы с массой тела от 15 до 50 г в возрасте 3+. Скороспелые, единовременно нерестующие, с ничтожным количеством (0,1%) самцов, эти гибриды в нескольких поколениях могли давать потомство различной плоидности: от диплоидов до триплоидов. В первом поколении естественного скрещивания появляются гибриды диплоиды, если родители имеют одинаковое число хромосом. Если число хромосом рыб-матерей равно или больше, чем у рыб по отцовской линии, гибридизация формирует живое потомство. Если число хромосом рыб-матерей меньше такового рыб-отцов, отдалённая гибридизация с трудом продуцирует жизнестойкое потомство [Liu Shao Jun, 2010].

В заболоченных полувысохших водоёмах-плёсах эти тугорослые с различными уродствами гибриды составляют до 85% от гибридов других форм, но с наполнением озёрной котловины водой сразу исчезают.

Рыбоводный, хозяйственный интерес представляют быстрорастущие гибриды с белой выстилкой брюшной полости. В наполняющейся после длительного высыхания озёрной котловине они появляются морфологически идентичными таким гибридам перед высыханием озера.

Материал о белобрюшинных гибридах серебряного карася был опубликован в *Tethys Aqua Zoological Research* [Горюнова, Скакун, 2002]. К сожалению, учёные, изучающие серебряных карасей водоёмов Чехии [Parousek, Vetesnik, 2008], не признали факт существования гибрида: «because identification of hybrids was based on peritoneal colouring in the absence of unambiguous discriminating factors».

Непонятно, почему учёные, изучающие карасей, игнорируют важнейший таксономический признак — цвет перитонеальной выстилки, а критическое замечание об отсутствии в нашем описании гибрида несомненных отличительных признаков — явное недоразумение. Имеет смысл повторить отличительные признаки белобрюшинного гибрида серебряного карася, изложенные в выше упомянутой статье, под названием «К биологической характеристике карасей (*Carassius*) с различным цветом перитонеальной выстилки в периодически высыхающих озёрах Казахстана».

Исследования серебряных карасей в пяти озёрах Костанайской области в зависимости от цвета перитонеальной выстилки показало, что у белобрюшинных гибридов серебряного карася количество жаберных тычинок колебалось от 40,0 до 44,5 шт., количество зубчиков на последнем жёстком луче спинного плавника у гибридов колебалось в пределах 20 шт., количество позвонков: 28,9 шт. у гибрида против 29,2 шт. у золотого карася и 28,5 шт. у серебряных с угольно-чёрной выстилкой. Плавающий пузырь по форме близкой к пузырю золотого карася, имеет индекс 83,5% против 86,0% у двуполых серебряных карасей.

Основные биологические признаки гибрида. Количество самок, откладывающих три порции икры вместо четырёх, около 20% против 50% у двуполых диплоидов с угольно-чёрной выстилкой. Индивидуальная плодовитость самок гибрида массой 150–200 г равна 29,1 тыс. шт., у самок диплоидов с чёрной брюшиной такой же массы тела — 19,82 тыс. шт. Цвет икры у самок гибрида чаще зеленоватый, у карасей с угольно-чёрной брюшиной — жёлтый. Темп весового роста: в возрасте 4+ у белобрюшинных гибридов от 50 до 275 г (средний — 162) у негибридных чернобрюшинных — 40–75 г (средний — 65,7) (данные 1958 г. по оз. Боцаколь). После 12 лет сухого стояния ложа оз. Боцаколь и следующего затем наполнения белобрюшинные гибриды в 1988 г. имели длину 17,5 см и массу 172 г против 13,5 и 69,0 г у чернобрюшинных двуполых.

Приведены примеры репродуктивной изоляции гибридных карасей при обитании в одном водоёме с карасями основных форм. Икра на водорослевой плёнке испытывает дефицит

кислорода в ночное время суток, поэтому выход живых эмбрионов колеблется от 1,0 до 33,7% (в среднем 12,5%). Икра чернобрюшинных негибридных самок на залитой траве прибрежья, несмотря на значительные колебания суточных температур, находится в благоприятных условиях кислородного режима. Выход живых эмбрионов колеблется от 29,5 до 77,9% (52,6%).

Далее в качестве подтверждения устойчивости гибридной формы приведён пример самовоспроизведения в течение восьми лет в изолированном, прежде безрыбном озере, площадью около 20 га. За это время произошли некоторые изменения в характере развития половых желёз. По сравнению с гибридными карасями оз. Боцаколь (откуда была взята опытная проба около 50 шт.) часть самок в популяции откладывала лишь одну порцию икры. Количество самцов во время нереста составляло 50%, в конце июля — 20%. Относительное количество гермафродитов 25%, самок с асимметричными гонадами — 10%.

Приведены данные о белобрюшинных гибридах серебряного карася в оз. Жаксы-Алаколь Костанайской области и в оз. Белое и Питное Северо-Казахстанской области.

Японские учёные, собравшие в 2003 г. материал по карасям из р. Чара и оз. Михайловское (Восточный Казахстан), опубликовали большую статью (15 с.) с филогенетическим анализом по митохондриальной ДНК [Sakai, Jguchi, 2009]. Различающиеся в основном по количеству жаберных тычинок гаплотипы золотого карася имели 23–27 (25,2) шт., серебряного 44–49 (46,7) шт. и «неизвестного, научно-объясняемого как *Carassius gibelio* subsp. M» с количеством жаберных тычинок 33–41 (38,5) шт.

Сравнительный по митохондриальной ДНК филогенетический анализ свидетельствует, по мнению авторов, что серебряный карась *Carassius gibelio gibelio* в системе р. Обь интродуцирован из Китая и р. Амур. К этому нужно добавить интродукцию китайского карася *Carassius auratus*, который по трансграничным с Китаем рекам постоянно входит в систему р. Обь. В пруды Алма-Атинского хозяйства в 1964 г. был интродуцирован китайский карась (вместе с молодью раститель-

ноядных рыб) из р. Янцзы. Через 5–6 лет буквально вся система р. Или (ниже Алма-Атинского хозяйства) была заполнена гибридами серебряного карася с китайским. Среднее количество жаберных тычинок у гибридов составляло 43,7 шт., чешуй в боковой линии — 28,38 шт., зубчиков на третьем жёстком луче спинного плавника 10–14 (11,6) шт. [Горюнова, Данько, 2014]. Самцы составляли половину этой гибридной популяции, созревающей на втором году жизни. Через 27 лет прудового содержания относительное количество самцов снизилось до 25%, число жаберных тычинок возросло до 46,0 шт., уменьшилось количество позвонков: 27,4 против 28,0 шт., гермафродиты составляли 3,3% в пробе из 30 шт. осенью 1985 г. [Скакун, Горюнова, 2004].

Не является ли этот «неизвестный, научно-объясняемый как *Carassius gibelio* subsp. M» гибридом серебряного карася с китайским. Считая правильным даже для европейского серебряного карася базироваться на гаплотипы *Carassius gibelio* подвид M, японские исследователи вообще критически относятся к гибридизации серебряного карася. Гибрид серебряного карася с золотым, обнаруженный в р. Дуэ чешскими исследователями [Parousek et al., 2008], действительно отличается от родительских форм лишь числом жаберных тычинок, но японские исследователи [Sakai, Jguchi, 2009], замечают также, что «с помощью гаплотипа митохондриального ДНК они не могли доказать материнство *Carassius gibelio gibelio*».

Гибриды золотого и серебряного карасей степных озёр Северного Казахстана [Горюнова, Скакун, 2002; Горюнова, 2012; Горюнова, Данько, 2015] также отвергаются японскими исследователями. Основные возражения против существования гибрида: количество жаберных тычинок около 40 шт., наличие жёстких зубчиков на основном неветвистом луче дорзального плавника и «от тёмного до чёрного перитонеум, как должно быть при диагностической характеристике *C. gibelio*». В критически цитируемой работе [Горюнова, Скакун, 2002] в разделе о самовоспроизведении гибрида в течение восьми лет в изолированном, прежде безрыбном озере нами указаны основные признаки: серебристо-белая брюшина, как у золотого карася, количество жаберных ты-

чинок, как у серебряного карася: 42–50 (44) шт., количество зубчиков на последнем жёстком луче спинного плавника — ближе к золотому карасю: 16–26 (20) шт. Морфологические признаки и факт самовоспроизведения свидетельствуют в пользу существования гибрида серебряного карася с золотым.

Далее авторы [Sakai, Jguchi, 2009] пишут: «*If these fish are indeed the same stock as MCG, C. gibelio* subsp. M appears to be native over a wide extent of the Ob River system». Очень трудно принять такое заключение, основанное на анализе 20 экземпляров «неизвестной», по мнению авторов, формы серебряного карася. Тем более на всю систему р. Обь, включая степные, бессточные, периодически высыхающие озера.

Приведённые в работе меристические и морфологические признаки в ряде случаев совпадают с величиной признаков серебряного, золотого карасей и гибридов этих двух видов. Вызывает недоумение величина эритроцитов: слишком малая для площади эритроцитов и слишком большая для площади ядер эритроцитов: у *C. gibelio* subsp. M — 101,3–152,5 мкм<sup>2</sup>, у *Carassius gibelio gibelio* — 70,1–157,8 мкм<sup>2</sup>, у *Carassius carassius* — 76,8–101,0 мкм<sup>2</sup>.

В работе, посвящённой изучению внутривидовой дифференциации серебряного карася в трёх озёрах Костанайской области и прудах Алма-Атинского хозяйства [Горюнова, 1974] площадь эритроцитов самок триплоидов равнялась 465–525 (499) мкм<sup>2</sup>, самок диплоидов 373–400 (390) мкм<sup>2</sup>, самок гибрида — 345–388 (367) мкм<sup>2</sup>. Последний был не белобрюшинным гибридом золотого и серебряного карасей, а гибридом серебряного карася с китайским карасём из р. Янцзы.

Этого гибрида, пожалуй, можно было бы назвать *Carassius gibelio* subsp. M, но не белобрюшинного гибрида золотого карася с серебряным, изучаемого в степных озёрах Северного Казахстана в 50-е годы прошлого века.

Далее, напомнив, что немногочисленные жаберные тычинки показывают тенденцию к бентосному питанию, а их высокое число — к питанию планктоном.

Японские ученые [Sakai, Jguchi, 2009] на 20 экземплярах проанализированных казахс-



танских карасей, не указывая характер их питания делают вывод о наличии различий таксономического статуса *Carassius gibelio* subsp. M, среди настоящих скоплений *Carassius gibelio*. на том лишь основании, что два вида карасей «сосуществуют в одних и тех же озёрах, но используют различные ниши одной водной массы».

Кстати, гибриды золотого и серебряного карасей из оз. Боцаколь с 40–44,5 шт. жаберных тычинок в основном питались детритом, относительное количество которого с возрастом увеличивалось: от 50,2 до 94,5%, относительное количество зоопланктонной пищи снижалось от 4,0 до 2,1% [Горюнова, Данько, 2015].

Если этого гибрида по заключению японских исследователей считать *Carassius gibelio* subsp. M, то он «оказывается нативным, широко распространённым в системе р. Оби». Однако о гибридах серебряного карася с золотым в системе р. Обь пока нет сведений, и даже изучаемые в 50-х годах гибриды из оз. Боцаколь не так уж широко распространены в степных озёрах. Среди различных экоморф серебряного карася в оз. Боцаколь они составили 34% (из 11858 шт. карасей, просмотренных за три года).

Описание серебряных карасей степных озёр Северного Казахстана было бы неполным без упоминания об аномалиях развития. Исследований по этой проблеме нам известно немного. К. А. Головинская [1954] аномалии в развитии половых желёз волминских самок серебряного карася считает следствием триплоидизации. Н. Б. Черфас [1969], отмечая аномалии развития яичников самок серебряного карася в однополых популяциях, ссылается на данные [Горюнова, 1960]. Н. В. Янкова [2006] для серебряного карася междуречья Тобол-Тавда описывает различия между диплоидами и триплоидами по уровню асимметрии отдельных билатеральных признаков.

Аномалии половых желёз у самок в усыхающих озёрах проявляются в неравных по объёму яичниках или вообще непарной гонаде. В числе нерестующих особей преобладают самки, у которых правый яичник крупнее левого. Относительное количество их по ходу нереста возрастает: в оз. Боцаколь в 1958 г. от 1,0

до 11,1% ( $n = 6414$ ). Асимметрия семенников редко доходит до состояния непарной железы. Относительное количество самцов с асимметричными семенниками составило за 30 дней нерестового сезона среди самцов с отчётливым брачным нарядом — 34,4%, среди самцов без брачного наряда — 19,6% ( $n = 330$ ). Не нерестующие («нетекучие») самцы как с брачным нарядом, так и без него имели парные семенники (полные или тонкие) без признаков асимметрии ( $n = 88$ ).

Отклонением от нормы полового развития серебряного карася является гермафродитизм. Гермафродиты обнаружены в оз. Боцаколь в относительном количестве 0,4–0,5% у особей двуполой формы. Большая часть гермафродитов продуцировала сперму даже тогда, когда яичник визуально находился в VI–VII стадии зрелости. Оплодотворение спермой таких самцов (гермафродитов) икры самок двуполой и однополой форм было успешным: икра развивалась до стадии активного питания предличинки с небольшим, 34–35%, отходом за время инкубации. У гермафродитов в стадии зрелости яичников V (текучей), овулировавшая икра не могла оплодотвориться спермой самца двуполой формы и погибала через 11 часов после начала опыта. Самооплодотворение, по-видимому, исключено. Опыт (к сожалению, единственный) показал не только отсутствие эмбрионального развития, но и скорую, через 1,5 часа, гибель икры.

Отсутствие гермафродитных особей у гибридных форм не исключает возможности их появления, как показал результат изолированного (от карасей других форм) восьмилетнего пребывания белобрюшинных гибридов серебряного карася в безрыбном озерке Куркульдек, гермафродиты появились в относительном количестве 2,5% ( $n = 200$ ).

В целом по частоте встречаемости аномалий гибриды уступали карасям двуполой и геногнетической форм [Горюнова, Данько, 2015].

Гормональные нарушения, приводящие к перераспределению пола некоторых особей, не удалось связать с условиями существования или отсутствием половых партнёров. В озёрах, не пересыхающих в течение 30 лет, гермафродиты не обнаружены ни в начале появления двуполой формы серебряного карася [Ерещен-

ко, 1959], ни через 26 лет, когда она составляла 72,1% ( $n = 346$ ) от популяции серебряного карася [Горюнова, Скакун, 2002].

С высокой гетерогенностью серебряного карася связаны различные нарушения чешуйного покрова с частичным или полным поворотом почти всех чешуйных пластинок на  $180^\circ$  [Горюнова, 1961], в оз. Боцкаколь такие особи составляли 25% от улова ( $n = 5000$ ).

Сообщение вызвало живой отклик у исследователей, изучающих регенерацию чешуи рыб [Чугунова и др., 1963].

Многочисленны особи с резкой асимметрией числа чешуй в боковой линии правой и левой сторон туловища. Довольно часты нарушения формы плавников: мягкие лучи спинного плавника извилисты и уменьшены до 14 и даже до 5 лучей вплоть до полного отсутствия. Извилисты также лучи хвостового плавника в целом закруглённого, иногда с отчленённым лучом [Горюнова, Скакун, 2002].

Перечисленные аномалии развития серебряного карася возрастают по мере загрязнения долго не пересыхавшего озера или по мере приближения озера к безрыбному, позднее — сухому состоянию. После длительного высыхания (оз. Боцкаколь — 12 лет) караси в начале очередной фазы жизни водоёма не имеют аномалий [Горюнова, Данько, 2015].

В иностранной литературе, посвящённой, в основном, таксономии карасей, не упоминается об аномалиях развития, что вызывает удивление и невольное предположение, что аномалии наблюдаются только у карасей степных, периодически пересыхающих озёр.

Ещё раз о таксономии карасей. Главным условием (фокусом!) родственных отношений европейских популяций карасей учёные считают число интродукций. На основании обширных масштабов интродукций и транслокаций карасей реконструирована биогеографическая история интродуцированных видов *Carassius auratus* complex в странах Европы [Rylkova et al., 2013]. Рассматривая статус *Carassius* в графическом контуре истории рода, К. Rylkova [2015], кроме нативного *Carassius gibelio* упоминает наличие полиплоидного биотипа, считая его «передовиком» инвазионных видов.

На картах-схемах распространения различных биотипов рода *Carassius* по Европейским

странам с 1930 по 2015 гг. Казахстан естественно не указан. Но при описании расселения видов рода *Carassius* в странах Азии отмечено наличие в Казахстане *Carassius auratus* без указания места обитания [Rylkova et al., 2013]. Годом ранее чешские исследователи [Kalous et al., 2012] в материалах генетического анализа рода *Carassius* указывают место поимки *Carassius auratus* — реку Ишим в окрестностях г. Щучинска (имя коллекционера неизвестно).

Благодаря высокому морфологическому сходству между видами рода *Carassius* и внутривидовой вариабельности морфологических признаков, определение видов не всегда верное. Особенно в случаях широко распространённых видов *Carassius gibelio* и *Carassius auratus* современные генетические анализы показывают, что *C. auratus* по монофилетическим связям хотя и является родственником *C. gibelio* [Rylkova et al., 2010], но может быть более точно идентифицирован. С наличием в р. Ишим *Carassius auratus* без *Carassius gibelio* трудно согласиться. Ещё труднее признать распространение *Carassius carassius*, *Carassius gibelio gibelio* и *Carassius gibelio* subsp. М (отловленных в р. Чара и оз. Михайловское японскими исследователями) этих форм на всю Обь-Иртышскую систему без вида *Carassius auratus*. При этом отмечают, что в Центральной Азии распределение *Carassius auratus* и *Carassius gibelio* частично совпадает.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общий вывод из беглого анализа иностранной литературы однозначен: необходимо казахстанским исследователям самим разобраться с таксономией рода *Carassius* в Обь-Иртышской водной системе в целом и в степных озёрах, в частности. В сравнении с результатами масштабных бонитировочных исследований 50-х годов, произошли серьёзные изменения в связи с интродукцией (различными путями) *Carassius auratus* из Китая и всевозможными трансформациями карасей местных популяций.

Последнее требует также продолжения эколого-биологических исследований, в особенности тех, что напрямую связаны с проблемой рыбохозяйственной продуктивности карасей.

ЛИТЕРАТУРА

- Абраменко М.И., Кравченко О.В., Великоиваненко А.Е. 1997. Генетическая структура популяций в диплоидно-триплоидном комплексе серебряного карася *Carassius auratus gibelio* в бассейне Нижнего Дона // Вопросы ихтиологии. Т. 37. № 1. С. 62–67.
- Абраменко М.И., Полтавцева Т.Г., Васецкий С.Г. 1998. Обнаружение триплоидных самцов в нижнедонских популяциях серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) // Доклады РАН. Т. 363. № 3. С. 415–418.
- Абраменко М.И. 2006. К вопросу об естественном диплоидном гиногенезе в популяциях серебряного карася Азовского бассейна // Вестник Южного Научного центра РАН. Т. 2. № 1. С. 61–64.
- Абраменко М.И. 2008. Закономерности функционирования популяций однополо-двуполого комплекса серебряного карася (*Carassius auratus gibelio*) Азовского бассейна // Автореф. дисс... док. биол. наук. Астрахань: АстрРыбВТУЗ. 38 с.
- Абраменко М.И. 2009. Закономерности функционирования популяций однополо-двуполого комплекса серебряного карася (*Carassius auratus gibelio*) Азовского бассейна // Рыбоводство и рыбное хозяйство. № 3. С. 19–32.
- Абраменко М.И., Недвига И.В. 2011. Ретроспективный анализ причин и последствий вспышки численности серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) в Цимлянском водохранилище // Цимлянское водохранилище: состояние водных и прибрежных экосистем, проблемы и пути решения. С. 46–61.
- Васильева Е.Д., Васильев В.П. 2000. К проблеме происхождения и таксономического статуса триплоидной формы серебряного карася *Carassius auratus* (Surginidae) // Вопросы ихтиологии. Т. 40. № 5. С. 581–592.
- Вехов Д.А. 2013. Некоторые проблемные вопросы биологии серебряного карася *Carassius auratus* s. lato // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. Вып. 19. С. 5–38.
- Волгин М.В., Анчутина В.М. 1972. Половой цикл, нерест и плодовитость карасей степных озёр Западной Сибири // Известия Сибирского отделения Академии Наук СССР. Серия биол. наук. Вып. 3. С. 102–105.
- Головинская К.А. 1954. Размножение и наследственность у серебряного карася // Труды ВНИИ прудового рыбного хозяйства. Т. 7. № 34.
- Головинская К.А., Ромашов Д.Д., Черфас Н.Б. 1965. Однополые и двуполые формы серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* (Bloch)) // Вопросы ихтиологии. Т. 5. Вып. 4 (37). С. 614–629.
- Горюнова А.И. 1960 а. Рыбные ресурсы некоторых степных озёр Кустанайской области // Труды Института водного хозяйства АСХН КазССР. Алма-Ата. Т. 2. С. 271–308.
- Горюнова А.И. 1960 б. О размножении серебряного карася // Вопросы ихтиологии. Вып. 15. С. 106–110.
- Горюнова А.И. 1961. Об окраске брюшины карася как таксономическом признаке // Доклады АН СССР. Т. 136. № 1. С. 245–246.
- Горюнова А.И. 1962. Периодические изменения ихтиофауны в озёрах и реках Целинного края // Вопросы ихтиологии. Т. 2. Вып. 4 (25). С. 577–580.
- Горюнова А.И. 1974. Применение цитометрического анализа крови при изучении внутривидовой дифференциации у серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) // Вопросы ихтиологии. Т. 14. Вып. 5 (88). С. 912–917.
- Горюнова А.И. 2011. Жизнь степных озёр Казахстана, внутривидовые и межвидовые формы карасей в экстремальных условиях среды // Вестник КазНУ. Серия биологическая. № 5 (51). С. 40–45.
- Горюнова А.И. 2012. Жизнь степных озёр Казахстана. Естественная гибридизация — форма внутривидовой адаптации // Вестник КазНУ. Серия экологическая. № 1 (33). С. 21–28.
- Горюнова А.И., Данько Е.К. 2011. Озера Акмолинской области (в границах 1961–1999 гг.) // ТОО «КазНИИРХ» Учебно-методический центр «Тil» Алматы. С. 106.
- Горюнова А.И., Данько Е.К. 2014. Рыбоводное освоение степных озёр Казахстана. Товарное выращивание карпа // Материалы международной научно-практической конференции «Приоритеты и перспективы развития рыбного хозяйства». Алматы. С. 164–170.
- Горюнова А.И., Данько Е.К. 2015. Степные озера Северного Казахстана. Адаптации гидробионтов в условиях периодически высыхающих водоёмов // Саарбрюккен: Лап Ламберт Академическое Издание /Германия. 291 с.
- Горюнова А.И., Скакун В.А. 2002. К биологической характеристике карасей (*Carassius*) с различным цветом перитонеальной выстилки в периодически высыхающих озёрах Казахстана // Tethys Aqua Zoological Research. Almaty.V. 1. С. 33–47.
- Гомельский Б.И., Емельянова О.В., Рекубратский А.В. 1988. Получение и некоторые биологические особенности амфидиплоидных гибридов серебряного карася с карпом // Доклады АН СССР. Т. 301. № 5. С. 1210–1213.
- Ерещенко В.И. 1959. К биологии промысловых рыб озёр Северного Казахстана // Сборник работ по

- ихтиологии и гидробиологии. Алма-Ата. Вып. 2. С. 208–234.
- Крыжановский С. Г. 1968. Закономерности развития гибридов рыб различных систематических категорий. М.: Наука. 279 с.
- Кирпичников В. С. 1987. Генетика и селекция рыб. М.: Наука. 520 с.
- Кузема А. И., Томиленко В. Г. 1965. Выведение новых карповых рыб методом отдалённой гибридизации // Рыбное хозяйство. Киев. Вып. 2. С. 3–17.
- Макеева А. П., Никольский Г. В. 1965. Половая структура нерестовой популяции рыб, её приспособительное значение и способы регуляции // Теоретические основы рыбоводства. М.: Наука. С. 53–72.
- Межжерин С. В., Лисецкий И. Л. 2004. Генетическая структура популяций карасей (Cypriniformes, Cyprinidae, *Carassius* L., 1758), населяющих водоёмы Среднеднепровского бассейна // Цитология и генетика. № 5. С. 35–44.
- Межжерин С. В., Кокодий С. В., Кулиш А. В., Федоренко Л. В. 2009. Структура гибридов *Carassius auratus* × *Carassius carassius* (Cyprinidae) в поселениях карасей бассейна Днестра и Северного Донца // Деп. Нац. АН України, Київ. № 6. С. 191–197.
- Межжерин С. В., Кокодий С. В. 2010. Генетическая структура поселений серебряных карасей *Carassius superspecies auratus* (Linnaeus, 1758) Среднеднепровского бассейна // Генетика. Вып. 46. № 6. С. 817–824.
- Никольский Г. В. 1940. Рыбы Аральского моря. Гибрид между сазаном и серебряным карасем // Материалы к познанию фауны и флоры СССР, издаваемые Московским обществом испытателей природы. Новая серия. Зоол. М. Вып. 1 (XIV). 154 с.
- Николюкин Н. И. 1948. Межвидовые гибриды костистых рыб, их морфология и значение для систематики // Зоол. Журнал. М. № 4. С. 343–353.
- Саволайнен М. О. 1985. Таблицы эмбрионального развития диплоидной и триплоидной форм серебряного карася // Учёные записки Тартусского Университета. № 718. С. 51–61.
- Серов Н. П. 1956. Материалы по биологии, систематике и промысловому значению карасей из некоторых водоёмов Казахстана // Сборник работ по ихтиологии и гидробиологии. Алма-Ата. Вып. 1. С. 172–215.
- Серов Н. П. 1959. Ихтиофауна Камыш-Самарских и Кушумских озёр // Сборник работ по ихтиологии и гидробиологии. Алма-Ата. Вып. 2. С. 152–175.
- Серов Н. П. 1966. Гибрид серебряный карась × сазан // Рыбные ресурсы водоёмов Казахстана и их использование. Алма-Ата: Наука. Вып. 5. С. 352–353.
- Сидорова А. Ф. 1956. Караси водоёмов Иргиз-Тургайского бассейна // Сборник работ по ихтиологии и гидробиологии. Алма-Ата. Вып. 1. С. 172–215.
- Скакун В. А., Горюнова А. И. 1989. Изменчивость морфологических признаков серебряного карася в различных водоёмах Казахстана // Экологическая обусловленность фенотипа рыб и структура их популяций. Свердловск: УО АН СССР. С. 19–28.
- Скакун В. А., Горюнова А. И. 2004. О влиянии условий степных озёр Казахстана на морфоэкологические показатели серебряного карася с разным цветом перитонеальной выстилки // Фауна Казахстана и сопредельных стран на рубеже веков. Мат. междунауч. конф., посвящённой 70-летию КазНУ. Алматы. С. 200–202.
- Черфас Н. Б. 1966. Естественная триплоидия у самок однополых формы серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* Bloch) // Генетика. № 5. С. 16–24.
- Черфас Н. Б. 1969. Основные итоги цитогенетического анализа однополых и двуполых форм серебряного карася. 1967 // Докл. на науч. совещании «Генетика, селекция и гибридизация рыб». М.: Наука. С. 85–98.
- Черфас Н. Б., Абраменко М. И., Емельянова О. В., Ильина И. Д., Трувеллер К. А. 1986. Генетические особенности индуцированного гиногенеза у гибридов серебряного карася с карпом // Генетика. Т. 22. № 1. С. 134–139.
- Черфас Н. Б., Емельянова О. В., Рекубретский А. В., Гомельский Б. И., Абраменко М. И. 1986. Исследование гибридов серебряного карася с карпом (опыт применения генетических методов в работах с отдалёнными гибридами) // Генетика в аквакультуре. Тр. 3-го всес. совещ. по генетике, селекции и гибридизации рыб. Тарту-Л.: Наука. С. 137–152.
- Чугунова Н. И., Каневская Н. К. 1963. О регенерации чешуи сазана *Cyprinus carpio* L // Вопросы ихтиологии. Т. 3. Вып. 4 (29). С. 698–707.
- Шапошникова Г. Х. 1950. Рыбы Аму-Дарьи. Серебряный карась // Труды Зоол. Института АН СССР. Т. 9. С. 38–43.
- Янкова Н. Б. 2006. Биолого-морфологические особенности диплоидно-триплоидных комплексов серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) на примере озера междуречья Тобол-Тавда // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Тюмень. С. 22.
- Бушницэ Т., Кристиан А. 1959. Разновидности серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) в водах Румынии и причины их вызывающие // Обзор Биологии. Т. 4. № 1. Общественная Академия Румынии. С. 1–23.
- Kalous L., Bohlen I., Rylkova K., Petztyl M. 2012. Hidden diversity within the Prussian carp and

- designation of a neotype for *Carassius gibelio* (Teleostei: Cyprinidae) // Ichthyol. Explor. Freshwaters V. 23. № 1. P. 11–18.
- Kottelat M. 1997. European freshwater fishes. An heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non systematics and comments on nomenclature and conservation // Biologia, Bratislava. V. 52. Suppl. 5. P. 1–271.
- Liu S.-J. 2010. Distant hybridization leads to different ploidy fishes // Science China Life Sciences. V. 53. № 4. P. 416–425.
- Luskova V., Lusk S., Halacka K., Vetesnik L. 2010. *Carassius auratus gibelio* — the most successful invasive fish in waters of the Czech Republic // Russ. Journal Biol Invasions. № 1. P. 176–180.
- Makino Sajiro, Ojima Jashio, Matsui Joshiichi. 1955. Some cytological features of sterility in the carp — funa hybrids // Annot. Zool. V. 28. № 1. P. 12–16.
- Papousek I., Vetesnik L., Halacka K., Luskova V., Humpl M., Mendel I. 2008. Identification of natural hybrids of gibel carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch) and crucian carp *Carassius carassius* (L) from lower Dyje River floodplain (Czech Republic) // Journal of Fish Biology. V. 72. P. 1230–1235.
- Pelz G.R. 1987. Der Gibel: *Carassius auratus gibelio* oder *Carassius auratus auratus*? // Natur. und Mus. V. 117. № 4. P. 118–129.
- Ribeiro F., Rylkova K., Moreno-Valcarcel R., Carrapoto C., Kalous L. 2015. Prussian carp *Carassius gibelio*: a silent invader arriving to the Iberian Peninsula // Aquat Ecol. P. 1–6.
- Rylkova K., Kalous L., Slechtova V., Bohlen J. 2010. Many branches, one root: first evidence for a monophyly of the morphologically highly diverse goldfish (*Carassius auratus*) // Aquaculture. V. 302. № 1–2. P. 36–41.
- Rylkova K., Kalous L., Bohlen J., Lamatsch D., Petryl M. 2013. Phylogeny and biogeographic history of the cyprinid fish genus *Carassius* (Teleostei: Cyprinidae) with locus on natural and anthropogenic arrivals in Europe // Aquaculture. V. 380–383. P. 13–20.
- Rylkova K. 2015. Graphical outline of history of the genus *Carassius* occurrence in the Europe // Aquaculture. V. 440–442. P. 12.
- Sakai H., Jguchi K., Yamazaki Y., Sideleva V.G., Goto A. 2009. Morphological and mtDNA sequence studies on three crucian carps (*Carassius*: Cyprinidae) including a new stock from the Ob River system, Kazakhstan // Journal of fish Biology. V. 74. P. 1756–1773.
- structure of populations in the diploid-triploid complex of the silver crucian *Carassius auratus gibelio* in the basin of the Lower Don] // Voprosy ikhtiologii T.37. № 1. S. 62–67.
- Abramenko M.I., Poltavtseva T.G., Vasetskiy S.G. 1998. Obnaruzheniye triploidnykh samtsov v nizhnedonskikh populyatsiyakh serebryanogo karasya *Carassius auratus gibelio* (Bloch) [The discovery of triploid males in the Lower Don populations of silver crucian *Carassius auratus gibelio* (Bloch)] // Doklady RAN. T.363. № 3. S.415–418.
- Abramenko M.I. 2006. K voprosu ob yestestvennom diploidnom ginogeneze v populyatsiyakh serebryanogo karasya Azovskogo basseyna [The issue of natural diploid gynogenesis in populations of silver crucian carp of the Azov basin] // Vestnik Yuzhnogo Nauchnogo tsentra RAN. T.2. № 1. S.61–64.
- Abramenko M. I. 2008. Zakonomernosti funktsionirovaniya populyatsiy odnopolu-dvupolugo kompleksa serebryanogo karasya (*Carassius auratus gibelio*) Azovskogo basseyna [Patterns of the populations functioning of the one-sex-bisexual complex of silver crucian carassius (*Carassius auratus gibelio*) of the Azov basin] // Avtoref. dis... dokt. biol. nauk. Astrakhan': AstrybVTUZ. 38 s.
- Abramenko M.I. 2009. Zakonomernosti funktsionirovaniya populyatsiy odnopolu-dvupolugo kompleksa serebryanogo karasya (*Carassius auratus gibelio*) Azovskogo bassejna [Patterns of the populations functioning of the one-sex-bisexual complex of silver crucian carassius (*Carassius auratus gibelio*) of the Azov basin] // Rybovodstvo i rybnoe khozyajstvo. № 3. S. 19–32
- Abramenko M.I., Nedviga I.V. 2011. Retrospektivnyy analiz prichin i posledstviy vspyshki chislennosti serebryanogo karasya *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) v Tsimlyanskom vodokhranilishhe [A retrospective analysis of the causes and consequences of the outbreak of the *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) in the Tsimlyansk reservoir] // Tsimlyanskoe vodokhranilishhe: sostoyanie vodnykh i pribrezhnykh ehkosisistem, problemy i puti resheniya. S. 46–61.
- Vasileva E.D., Vasil'ev V.P. 2000. K probleme proiskhozhdeniya i taksonomicheskogo statusa triploidnoj formy serebryanogo karasya *Carassius auratus* (Cyprinidae) [The problem of the origin and taxonomic status of the triploid form of the silver crucian *Carassius auratus* (Cyprinidae)] // Voprosy ikhtiologii. T. 40. № 5. S. 581–592.
- Vekhov D.A. 2013. Nekotorye problemnye voprosy biologii serebryanogo karasya *Carassius auratus* s. Lato [Some problematic issues of the biology of silver crucian *Carassius auratus* s. Lato] // Nauchno-tehnicheskij byulleten' laboratorii ikhtiologii INEHNKO. Vyp.19. S. 5–38.

#### REFERENCES

Abramenko M.I., Kravchenko O.V., Velikoivanenko A.E. 1997. Geneticheskaya struktura populyatsiy v diploidno-triploidnom komplekse serebryanogo karasya *Carassius auratus gibelio* v bassejne Nizhnego Dona [Genetic

- Volgin M.V., Anchutina V.M. 1972. Polovoj tsikl, nerest i plodovitost' karasej stepnykh ozer Zapadnoj Sibiri [The sexual cycle, spawning and fertility of crucian carps of the steppe lakes of Western Siberia] // Izvestiya Sibirskogo otdeleniya Akademii Nauk SSSR. Seriya biol. nauk. Vyp. 3. S. 102–105.
- Golovinskaya K.A. 1954. Razmnozhenie i nasledstvennost' u serebryanogo karasya [Reproduction and heredity in silver crucian carp] // Trudy VNII prudovogo rybnogo khozyajstva. T. 7. № 34.
- Golovinskaya K.A., Romashov D.D., Cherfas N.B. 1965. Odnopolye i dvupolye formy serebryanogo karasya (*Carassius auratus gibelio* (Bloch)) [Unisexual and Bisexual forms of silver crucian carp (*Carassius auratus gibelio* (Bloch))] // Voprosy ikhtiologii. T. 5. Vyp. 4 (37). S. 614–629.
- Goryunova A.I. 1960 a. Rybnye resursy nekotorykh stepnykh ozer Kustanajskoj oblasti [Fish resources of some steppe lakes of Kostanay region] // Trudy Instituta vodnogo khozyajstva ASKHN Kaz.SSR. T. 2. Alma-Ata. S. 271–308.
- Goryunova A.I. 1960 b. O razmnozhenii serebryanogo karasya [The reproduction of silver crucian carp] // Voprosy ikhtiologii. Vyp. 15. S. 106–110.
- Goryunova A.I. 1961. Ob okraske bryushiny karasya kak taksonomicheskom priznake [The coloring of the peritoneum of crucian carp as a taxonomic feature] // Doklady AN SSSR. T. 136. № 1. S. 245–246.
- Goryunova A.I. 1962. Periodicheskie izmeneniya ikhtiofauny v ozerakh i rekakh Tselinnogo kraja [Periodic changes in the ichthyofauna in the lakes and rivers of the Celin region] // Voprosy ikhtiologii. T. 2. Vyp. 4 (25). S. 577–580.
- Goryunova A.I. 1974. Primenenie tsitometricheskogo analiza krovi pri izuchenii vnutrividovoj differentsiatsii u serebryanogo karasya *Carassius auratus gibelio* (Bloch) [The use of cytometric blood analysis in the study of intraspecific differentiation in silver crucian carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch)] // Voprosy ikhtiologii. T. 14. Vyp. 5 (88). S. 912–917.
- Goryunova A.I. 2011. Zhizn' stepnykh ozer Kazakhstana, vnutrividovye i mezovidovye formy karasej v ehkstremaal'nykh usloviyakh sredy [The life of Kazakhstani steppe lakes, intraspecific and interspecific forms of crucians in the extreme conditions of the environment] // Vestnik KazNU. Seriya biologicheskaya № 5 (51). S. 40–45.
- Goryunova A.I. 2012. Zhizn' stepnykh ozer Kazakhstana. Estestvennaya gibridizatsiya — forma vnutripopulyatsionnoj adaptatsii [The life Kazakhstani steppe lakes. Natural hybridization — form of intrapopulation adaptation] // Vestnik KazNU. Seriya ehkologicheskaya. № 1 (33). S. 21–28.
- Goryunova A.I., Dan'ko E.K. 2011. Ozera Akmolinskoy oblasti (v granitsakh 1961–1999 gg) TOO «KazNIIRKh» Uchebno-metodicheskij tsentr «Til» [Lakes of the Akmola region (between 1961–1999)] // Almaty. S. 106.
- Goryunova A.I., Dan'ko E.K. 2014. Rybovodnoe osvoenie stepnykh ozer Kazakhstana. Tovarnoe vyrashhivanie karpa [Fish farming development of Kazakhstani steppe lakes. Commodity cultivation of carp] // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii «Priority i perspektivy razvitiya rybnogo khozyajstva». Almaty. S. 164–170.
- Goryunova A.I., Dan'ko E.K. 2015. Stepnye ozera Severnogo Kazakhstana. Adaptatsii gidrobiontov v usloviyakh periodicheski vysykhayushhikh vodoemov [Steppe Lakes of Northern Kazakhstan. Adaptations of hydrobionts in conditions of periodically drying reservoirs] // Lap Lambert. Academicheskoye Izdaniye Saarbrücken, /Germaniya. 291 s.
- Goryunova A.I., Skakun V.A. 2002. K biologicheskoy kharakteristike karasej (*Carassius*) s razlichnym tsvetom peritoneal'noj vystilki v periodicheski vysykhayushhikh ozerakh Kazakhstana [The biological characteristic of *Carassius* with a different color of peritoneal lining in periodically drying lakes of Kazakhstan] // Tethys Aqua Zoological Research Vol. I Almaty. C. 33–47.
- Gomelskij B.I., Emelyanova O.V., Rekrubratskij A.V. 1988. Poluchenie i nekotorye biologicheskie osobennosti amfidiploidnykh gibridov serebryanogo karasya s karpom [Obtaining and some biological features of amphidiploid hybrids of silver crucian carp and carp] // Doklady ANSSSR. T. 301. № 5. S. 1210–1213.
- Ereshhenko V.I. 1959. K biologii promyslovykh ryb ozer Severnogo Kazakhstana [The biology of commercial fishes of the lakes of Northern Kazakhstan] // Sbornik rabot po ikhtiologii i gidrobiologii. Alma-Ata. Vyp. 2. S. 208–234.
- Kryzhanovskij S.G. 1968. Zakonomernosti razvitiya gibridov ryb razlichnykh sistemicheskikh kategorij [Regularities in the development of fish hybrids of various systematic categories] // M.: Nauka. 279 s.
- Kirpichnikov V.S. 1987. Genetika i selektsiya ryb [Genetics and selection of fish]. M: Nauka. 520 s.
- Kuzema A.I., Tomilenko V.G. 1965. Vyvedenie novykh karpovykh ryb metodom otdalenoj gibridizatsii [Selection of new carp fishes by the method of distant hybridization] // Rybnoe khozyajstvo. Kiev. Vyp. 2. S. 3–17.
- Makeeva A.P., Nikol'skij G.V. 1965. Polovaya struktura nerestovoj populyatsii ryb, ee prisposobitel'noe zhanenie i sposoby regulyatsii [Sexual structure of spawning fish population, its adaptive value and methods of regulation] // Teoreticheskie osnovy rybovodstva. M.: Nauka. S. 53–72.

- Mezhzherin S. V., Lisetskij I. L.* 2004. Geneticheskaya struktura populyatsij karasej (*Cypriniformes, Cyprinidae, Carassius L., 1758*), naselyayushhikh vodoemy Srednedneprovskogo bassejna [The genetic structure of the populations of carp (*Cypriniformes, Cyprinidae, Carassius L., 1758*), inhabiting the reservoirs of the Middle Dnepr Basin] // *Tsitologiya i genetika*. № 5. S. 35–44.
- Mezhzherin S. V., Kokodij S. V., Kulish A. V., Fedorenko L. V.* 2009. Struktura gibridov *Carassius auratus* × *Carassius sarassius* (*Cyprinidae*) v poseleniyakh karasej bassejna Dnepra i Severnogo Dontsa [The structure of hybrids of *Carassius auratus* × *Carassius sarassius* (*Cyprinidae*) in the settlements of the carp of the basin of the Dnieper and Northern Donets] // *Dep. Nats. AN Ukraini, Kuiv*. № 6. S. 191–197.
- Mezhzherin S. V., Kokodij S. V.* 2010. Geneticheskaya struktura poselenij serebryanykh karasej *Carassius superspecies auratus* (Linnaeus, 1758) Srednedneprovskogo bassejna [Genetic structure of settlements of silver carp *Carassius superspecies auratus* (Linnaeus, 1758) of middle Dnieper basin] // *Genetika*. Vyp. 46. № 6. S. 817–824.
- Nikol'skij G. V.* 1940. Ryby Aral'skogo morya. Gibrid mezhdu sazanom i serebryanym karasem [Fish of the Aral sea. A hybrid between carp and gibel carp] // *Materialy k poznaniyu fauny i flory SSSR, izdavaemye Moskovskim obshchestvom ispytatelej prirody*. Novaya seriya. Zool. M. Vyp. 1 (XIV). 154 s.
- Nikolyukin N. I.* 1948. Mezhydivnye gibridy kostistykh ryb, ikh morfologiya i znachenie dlya sistematiki [Interspecific hybrids of bony fishes, their morphology and significance for systematics] // *Zool. Zhurnal*. M. № 4. S. 343–353.
- Savolajnen M. O.* 1985. Tablitsy ehmbriionalnogo razvitiya diploidnoj i triploidnoj form serebryanogo karasya [Table of embryonic development of diploid and triploid forms of gibel carp] // *Uchenye zapiski Tartusskogo Universiteta*. № 718. S. 51–61.
- Serov N. P.* 1956. Materialy po biologii, sistematike i promyslovomu znacheniyu karasej iz nekotorykh vodoemov Kazakhstana [Materials on the biology, systematics and fishery value of the crasian carp from some water bodies of Kazakhstan] // *Sbornik rabot po ikhtiologii i gidrobiologii*. Alma-Ata. Vyp. 1. S. 172–215.
- Serov N. P.* 1959. Ikhtiofauna Kamysh-Samarskikh i Kushumskikh ozer [The ichthyofauna of the Kamysh-Samara and Kushum lakes] // *Sbornik rabot po ikhtiologii i gidrobiologii*. Alma-Ata. Vyp. 2. S. 152–175.
- Serov N. P.* 1966. Gibrid serebryanyj karas x sazan [Hybrid of gibel carp × *Cyprinus carpio L.*] // *Rybnye resursy vodoemov Kazakhstana i ikh ispolzovanie*. Alma-Ata: Nauka. Vyp. 5. S. 352–353.
- Sidorova A. F.* 1956. Karasi vodoemov Irgiz — Turgajskogo bassejna [Crasian carps of the water bodies of Irgiz — Turgay basin] // *Sbornik rabot po ikhtiologii i gidrobiologii*. Alma-Ata. Vyp. 1. S. 172–215.
- Skakun V. A., Goryunova A. I.* 1989. Izmenchivost morfologicheskikh priznakov serebryanogo karasya v razlichnykh vodoemakh Kazakhstana. Ekhologicheskaya obuslovlennost fenotipa ryb i struktura ikh populyatsij [The variability of morphological characteristics of Gibel carp in different water bodies of Kazakhstan] // *Uralskoe otdelenie ANSSSR. Sverdlovsk*. S. 19–28.
- Skakun V. A., Goryunova A. I.* 2004. O vliyanii uslovij stepnykh ozer Kazakhstana na morfoehkologicheskie pokazateli serebryanogo karasya s raznym tsvetom peritoneal'noj vystilki [The influence of the steppe lakes of Kazakhstan on morphological indices of Gibel carp with different color of the peritoneal lining] // *Fauna Kazakhstana i sopedel'nykh stran na rubezhe vekov. Mat. mezhdunarodnoj nauch. konf., posvyashhennoj 70-letiyu KazNU. Almaty*. S. 200–202.
- Cherfas N. B.* 1966. Estestvennaya triploidiya u samok odnopoloj formy serebryanogo karasya (*Carassius auratus gibelio* (Bloch)) [Natural triploidy in females of the unisexual form of Gibel carp (*Carassius auratus gibelio* (Bloch))] // *Genetika*. № 5. S. 16–24.
- Cherfas N. B.* 1969. Osnovnye itogi tsitogeneticheskogo analiza odnopoloj i dvupoljoj form serebryanogo karasya. 1967 [The main results of cytogenetic analysis of unisexual and bisexual forms of Gibel carp. 1967] // *Dokl. na nauch. soveshhanii «Genetika, selektsiya i gibrizatsiya ryb»*: M.: Nauka. S. 85–98.
- Cherfas N. B., Abramenko M. I., Emelyanova O. V., Il'ina I. D., Truveller K. A.* 1986. Geneticheskie osobennosti indutsirovannogo ginogeneza u gibridov serebryanogo karasya s karpom [Genetic features of induced gynogenesis hybrids of silver Gibel carp with Carp] // *Genetika*. T. 22. № 1. S. 134–139.
- Cherfas N. B., Emelyanova O. V., Rekrubratskij A. V., Gomelskij B. I., Abramenko M. I.* 1986. Issledovanie gibridov serebryanogo karasya s karpom (opyt primeneniya geneticheskikh metodov v rabotakh s otdalennymi gibrizatsiyami) [Study of the hybrids of Gibel carp with *Cyprinus carpio L.* (the experience of the application of genetic methods in the work with distant hybrids)] // *Genetika v akvakul'ture. Tr. 3-go vses. soveshh. po genetike, selektsii i gibrizatsii ryb. Tartu — L.: Nauka*. S. 137–152.

- Chugunova N.I., Kanevskaya N.K.* 1963. O regeneratsii cheshui sazana *Cyprinus carpio* L [The regeneration of the scales of common carp *Cyprinus carpio* L] // *Voprosy ikhtiologii*. T. 3. Vyp. 4(29). S. 698–707.
- Shaposhnikova G. Kh.* 1950. Ryby Amu-Dar'i. Serebryanyj karas [Fish Of The Amu-Darya. Silver crucian carp] // *Trudy Zool. Instituta AN SSSR*. L. T. 9. S.38–43.
- Yankova N.B.* 2006. Biologo- morfologicheskie osobennosti diploidno-triploidnykh kompleksov serebryanogo karasya *Carassius auratus gibelio* (Bloch) na primere ozer mezhdurech'ya Tobol-Tavda [Biological and morphological characteristics of diploid-triploid complexes of *Carassius auratus gibelio* (Bloch) of the rivers Tobol-Tavda] // *Avtoref. diss. ... kand. biol nauk*. Tyumen'. 22 s.
- Bushnitseh T., Kristian A.* 1959. Raznovidnosti serebryanogo karasya *Carassius auratus gibelio* (Bloch) v vodakh Rumynii i prichiny ikh vyzyvayushhie [Varieties of *Carassius auratus gibelio* (Bloch) in the waters of Romania and its reasons] // *Obzor biologii* T. 4. № 1. Obshchestvennaya Akademiya Rumynii. S. 1–23.
- Kalous L., Bohlen I., Rylkova K., Petztyl M.* 2012. Hidden diversity within the Prussian carp and designation of a neotype for *Carassius gibelio* (Teleostei: Cyprinidae) // *Ichthyol. Explor. Freshwaters* Vol. 23. № 1. P. 11–18.
- Kottelat M.* 1997. European freshwater fishes. An heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non systematics and comments on nomenclature and conservation // *Biologia, Bratislava*. Vol. 52. Suppl. 5. P. 1–271.
- Liu S.-J.* 2010. Distant hybridization leads to different ploidy fishes // *Science China Life Sciences*. Vol. 53. № 4. 416–425 doi.

Поступила в редакцию 28.09.2016 г.  
Принята после рецензии 11.11.2016 г.

## About crucians of periodically drying up steppe lakes of Northern Kazakhstan in the light of the modern domestic and foreign researches

A.I. Goriunova, K.B. Isbekov, S.J. Asylbekova, Y.K. Danko

Kazakh Research Institute of Fisheries (LLP «KazNIRKh»), Almaty

The biological and cytomorphological features peculiar to crucians are given in the experimental conditions of periodically drying up steppe lakes of Northern Kazakhstan where they are most distinct, and in some cases are unit, narrowly adapted which, undoubtedly, take place and in other regions, and in other ecosystems. The main observations are made on the crucians living in the lakes of Northern Kazakhstan excluding a natural invasion of the Chinese crucian from the rivers of the Ob-Irtysh system. The specific list of crucians, sexual structure of a silver crucian and emergence of its bisexual form in process of deterioration in conditions of dwelling of the drying-up lakes is defined. Data on researches of hybridization of crucians are provided in the steppe, periodically drying up lakes as one of forms of its adaptations. About emergence of hybrids with various extent of inheritance of parental signs during change of conditions of their dwelling. About stability of adaptive signs of hybrid individuals which allows them to exist as self-contained reproduced form. About need of carrying out padding researches by the Kazakhstan scientists on sort *Carassius* taxonomy for the Ob-Irtysh water system in general and in steppe lakes in particular.

**Keywords:** crucian carp *Carassius carassius*, goldfish *Carassius gibelio*, signs — plastic, calculating, diploids, triploids, natural hybridization.



## Антонина Ивановна Горюнова (1921–2016)



21 декабря 2016 года на 96 году ушла из жизни замечательный, один из наиболее заслуженных рыбоводов и старейший ихтиолог Казахстана — Антонина Ивановна Горюнова. Работе она отдавала всю себя без остатка. Статья «О карасях периодически высыхающих степных озёр Северного Казахстана в свете современных отечественных и зарубежных исследований» была завершена в последние дни её трудной, но интересной и яркой жизни.

Антонина Ивановна родилась 26 июля 1921 г. в пос. Всеволодово-Вильва Пермской обл. В 1942 г., окончив Пермский университет, она приехала в Казахстан и начала свою трудовую деятельность в должности зоолога противочумной станции.

В 1944 г. она поступила в аспирантуру в сектор зоологии КазФАН СССР, а в 1948 г. успешно защитила кандидатскую диссертацию по теме «Маринка реки Или». С 1948 по 1962 г. Антонина Ивановна — сотрудник Института зоологии АН КазССР. Её научные интересы всегда были тесно переплетены с практическими аспектами науки — ихтиофауна и рыбохозяйственное использование водоёмов, акклиматизация новых хозяйственно ценных видов рыб.

В Казахстане изучением особенностей выращивания рыб в прудах систематически начали заниматься с момента организации в 1962 г. в структуре КазНИИРХ рыбной группы, которой руководила Антонина Ивановна. В 1969 г. группа была преобразована в лабораторию прудового рыбоводства. На этот период приходится основной объём работ по освоению новых для СССР объектов рыбоводства — дальневосточных растительноядных рыб. В начале 60-х гг. проходила крупномасштабная бонитировка озёр Казахстана. Под непосредственным руководством Антонины Ивановны обследовался озёрный фонд Целиноградской и Кустанайской областей. Результатом этой работы стали биологические обоснования для организации озерно-товарных рыбоводных хозяйств Казахстана.

С 1975 по 1981 г. А. И. Горюнова руководила лабораторией, коллектив которой изучал вопросы озёрного рыбоводства. Её всегда привлекали новые нетрадиционные технологии — рыбоводство на геотермальных водах, товарное осетроводство, оценка экологического состояния водоёмов по нарушениям эмбрионального развития рыб. Однако, независимо от многочисленных проблем, которые решала А. И., непреходящей её любовью в течение всей научной деятельности оставались серебряный и золотой караси. «При мне о карасе нужно говорить только в превосходной степени!» — любила повторять Антонина Ивановна. Неожиданной находкой, определившей одно из направлений её научных исследований, явилось озеро Бошаколь Урицкого района Кустанайской области, когда среди 11 858 экз. однополой самочки популяции серебряного карася, обследованных в мае 1957 и 1958 гг., были обнаружены самцы (2,1% г) и гермафродитные особи (0,4–0,5% от общего количества). Факт участия гермафродитов в нересте послужил материалом для доклада «О превращении пола серебряного карася» на конференции по биологическим основам рыбного хозяйства в Средней Азии и Казахстане (Фрунзе, 1958). Реакция на доклад была неоднознач-

ной: Ф. А. Турдаков (Институт зоологии, Киргизия) с большим недоверием принял сообщение, но Н. И. Кожин (ВНИРО, Москва) горячо одобрил в специальном выступлении, сказав: «Это открытие казахстанцев надо немедленно «застолбить»». Он взял текст доклада с собой и немедленно передал в редакцию журнала «Вопросы ихтиологии», где он был опубликован под названием «О размножении серебряного карася». К работам Антонины Ивановны проявили интерес и оказывали помощь в дальнейших исследованиях ведущие ученые СССР: К. А. Головинская, Н. Л. Гербильский, Т. А. Детлаф, Б. И. Черфас.

Педагогическая деятельность Антонины Ивановны началась в 1948–1952 гг., когда она преподавала на биологическом факультете КазГУ им. С. М. Кирова. В период 1986–1992 гг., уже после выхода на пенсию, она продолжала изучать морфологию и эмбриональное развитие серебряного карася, а в Алма-Атинском зооветеринарном институте читала студентам-зоотехникам разработанный ею цикл лекций по основам прудового рыбоводства. Антонина Ивановна имеет ряд правительственных наград, в т.ч. «За доблестный труд в Великой Отечественной войне», «50 лет Победы в Великой Отечественной войне», «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина», «Ветеран войны 1941–1945 гг.» и др.

Антониной Ивановной опубликовано около 100 научных работ, огромный рукописный материал (более 4200 страниц машинописи!)

хранится в фондах КазНИИРХ и личном архиве. Она руководила подготовкой кандидатских диссертаций, оппонировала 80 диссертантам. Она стояла у истоков подготовки плеяды послевоенных ихтиологов-гидробиологов Республики Казахстан, которые в студенчестве слушали её лекции по общей и частной ихтиологии, по зоогеографии, проходили под её руководством производственную практику. Многие из них стали затем кандидатами и докторами наук, надолго определив высокий уровень соответствующих рыбохозяйственных исследований в республике.

Ясности ума, активности и бодрости этого незаурядного человека можно было только позавидовать. Она регулярно посещала заседания Ученого совета КазНИИ рыбного хозяйства, встречалась со студентами, оппонировала диссертационные работы, интересовалась положением дел в рыбной отрасли, умела дать своевременный дельный совет. В 2015 г. она подготовила монографию «Степные озера Северного Казахстана», в которой проанализированы и обобщены материалы её более чем полувековых исследований.

Вся жизнь и деятельность Антонины Ивановны является наглядным примером преданного своему делу учёного, творческого руководителя и просто чуткого, отзывчивого, доброго, большой души человека.

*Коллеги*