

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 597.44:639.371.2+591.1

В.Н. Валова*

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС СЕГОЛЕТОК КАЛУГИ
И РЕЦИПРОКНОГО ГИБРИДА СТЕРЛЯДЬ X КАЛУГА
В ПЕРИОД ЗИМОВКИ**

Проведен сравнительный анализ физиологического состояния сеголеток калуги и реципрокного гибрида стерлядь x калуга (Ст x К), содержащихся в садках тепловодного хозяйства в течение зимовки. Анализы физиологического состояния молоди калуги и реципрокного гибрида Ст x К, проведенные в начале зимовки, выявили, что сеголетки калуги вошли в зимовку в неудовлетворительном состоянии, имея ярко выраженные симптомы развития патологического процесса неясной этиологии. Сеголетки реципрокного гибрида Ст x К имели высокий физиологический статус в начале зимовки. Результаты исследований физиологического состояния сеголеток калуги в середине и конце зимовки подтвердили инфекционное начало патологических процессов (вирусная инфекция), которое может проявиться при весеннем повышении температуры воды и вызвать массовую гибель рыб. В связи с этим необходимо проведение профилактических мероприятий для повышения иммунофизиологического статуса молоди калуги (введение в корма дополнительно витаминов С и Е, пре- и пробиотиков). Реципрокные гибриды в течение зимовки и при выходе из нее сохранили высокий иммунофизиологический статус.

Ключевые слова: эритроциты, лейкоциты, нейтрофилы, эозинофилы, цветной показатель, индекс ядерного сдвига, гематокрит, печень, гепатоцит, желудок, липоидная дегенерация печени, зимовка, герпесвирус.

Valova V.N. Physiological status for fingerlings of kaluga and reciprocal hybrid sterlet x kaluga in the wintering period // *Izv. TINRO*. — 2015. — Vol. 182. — P. 226–241.

Wintering is one of the most complicated biotechnical processes in pisciculture, and its success depends on a wide spectrum of biotic and abiotic factors, first of all on the fish physiological status before this period. Sturgeon fishes are believed to stop feeding under the water temperature below 4 °C that causes essential reorganization of their metabolism because of transition to endogenous feeding. Physiological status of fingerlings of kaluga and reciprocal hybrid sterlet x kaluga is compared in the beginning, middle and end of wintering, with comparative characteristic of their peripheral blood reaction and understanding of starvation influence on their digestive and hemopoietic systems. The fingerlings of both species were kept in cages of warm-water farm and fed with fodder. The fingerlings of kaluga started the wintering with improper physiological status, with evident pathological processes expressed as eosinophilia, macrocytic hyperchromic anaemia, increase of immature erythrocytes, and pathomorphological changes of erythrocytes (poikilocytosis, anisocytosis, karyorhexis, hemolysis). These symptoms could be caused by either herpesvirus infection or cumulative polytoxicosis, but results of hematological and histological analysis in the middle and end of the wintering confirmed the viral nature. Thus, mass disease and mortality of fish is possible

* Валова Вера Николаевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
e-mail: vera.valova@tinro-center.ru.

Valova Vera N., Ph.D., senior researcher, e-mail: vera.valova@tinro-center.ru.

in conditions of the temperature increase in spring. Therefore, prophylactic measures are recommended for overwintered kaluga fingerlings to enhance their immune and physiological status, such as addition of vitamins C and E, probiotics and prebiotics to fodder. On the contrary, the fingerlings of reciprocal hybrid sterlet x kaluga had a high physiological status before and during wintering, in spite of a rather high portion of eosinophiles in their leukogram.

Key words: erythrocyte, leucocytes, neutrophiles, eosinophils, color index, nuclear shift index, hematocrit, liver, hepatocyte, stomach, liver lipid degeneration, winter period, herpesvirus.

Введение

Способность приспосабливаться к меняющимся условиям среды обитания является одной из отличительных особенностей всех живых существ, в частности рыб. Их численность, распространение и биоразнообразие определяются эффективностью адаптационных механизмов. Температура воды является одним из абиотических факторов, оказывающих большое влияние на осуществление жизненных функций организма рыб, которые определяют их рост и развитие. При снижении температуры зимой до предельно минимальной у них происходит замедление обменных процессов и снижение активности питания вплоть до его прекращения. Вынужденное голодание во время зимовки истощает запасы липидов, белка, гликогена, используемых на энергетические затраты, поэтому большинство рыб в природе перестают питаться только при достижении определенной упитанности. В противном случае они продолжают питаться и не переходят в состояние зимовки, в частности некоторые осетровые рыбы при содержании их в зимний период в прудах (Гарин, 1976; Канаев, 1976; Пономарев и др., 2009).

Содержание осетровых рыб в садках в зимний период при высоких плотностях посадки, ограниченности движения и низкой температуре воды вызывает длительный стресс, под воздействием которого снижается иммунофизиологический статус рыб, следствием чего является повышенный отход. Поэтому огромную роль для выживания рыб в таких условиях во время зимовки играет их физиологическое состояние перед её началом, особенно для сеголеток осетровых рыб.

Целью работы является сравнительная характеристика физиологического состояния сеголеток калуги и реципронного гибрида стерлядь x калуга в период зимовки.

Материалы и методы

Объектами исследований служили сеголетки калуги (*Huso dauricus* Georgi) и реципронного гибрида стерлядь (*Acipenser ruthenus* Linneus, 1758) x калуга (*Huso dauricus* Georgi) (Ст x К), выращиваемые в садках в условиях тепловодного хозяйства НИС Лучегорская ФГБНУ «ТИНРО-Центр». Сбор материала для гематологического и гистологического анализов проводился непосредственно перед зимовкой (в конце вегетационного периода — октябрь 2010 г.), в середине зимовки (февраль 2011 г.) и в конце зимовки (март 2011 г.). Физиологическое состояние сеголеток оценивалось по гематологическим показателям и цитоморфологии кроветворных органов и пищеварительной системы. Обработка гематологических и гистологических материалов проводилась по общепринятым методикам (Ромейс, 1954; Лилли, 1969; Иванова, 1983; Сборник инструкций ..., 1998*).

При исследованиях оценивали следующие гематологические показатели: общее количество гемоглобина, гематокрит, концентрация гемоглобина в 1 эритроците (МСНС), содержание гемоглобина в 1 эритроците (МСН), объем 1 эритроцита (МСV), цветной показатель (СI — Color index), общее число эритроцитов, общее число тромбоцитов и лейкоцитарная формула крови. Все определения проводились согласно «Методическим указаниям по проведению гематологического обследования рыб»*. Количество гемоглобина в периферической крови определяли гемоглобин-

* Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. В 2-х ч. М.: Отд. маркетинга АМБ-агро, 1998. Ч. 1. 310 с.; Ч. 2. 234 с.

цианидным (HbCN) методом на гемоглобинометре «Минигем». Для определения лейкоцитарной формулы и наличия патоморфологических изменений мазки крови окрашивали по Май-Грюнвальду (Ромейс, 1954) с использованием стандартного красителя производства фирмы «ДИАХИМ-ЦИТОСТЕЙН». Лейкоцитарная формула определялась при помощи микроскопа «Olympus» при увеличении 10x40. Общее количество лейкоцитов просчитывали как прямым, так и косвенным методом (расчет на 1000 эритроцитов); результаты подсчетов оказались сопоставимыми. Общее количество тромбоцитов также подсчитывали прямым и косвенным (из расчета на 1000 эритроцитов) путем.

Гистологические срезы толщиной 4–5 мк для морфологических исследований окрашивали стандартизированными гистологическими красителями производства фирмы «ДИАХИМ-ЦИТОСТЕЙН» — гематоксилин-эозином по Караччи (Ромейс, 1954). В ходе исследований оценивалось состояние селезенки и эпикардиального кроветворного органа и кроветворного органа, расположенного в кишечнике. Состояние пищеварительной системы оценивали по печени, стадии развития липоидной дегенерации печени определяли по методу площадей (Pohlman, 1939; Факторович, 1959, 1984) и состоянию стенки желудка и кишечника. В желудке и кишечнике определяли характер складчатости слизистой оболочки, состояние пищеварительных желез и эпителиальной выстилки слизистой оболочки, где отмечалось наличие патоморфологических изменений. Состояние печени оценивалось по количеству и особенностям расположения пустот, остающихся после экстрагирования накопленного гепатоцитами жира, придающих ткани на препаратах большую или меньшую степень «ажурности» (признак, определяющий степень тяжести заболевания). Для определения степени тяжести липоидной дегенерации печени (ЛДП) использовали разработанную на основании литературных и собственных данных (Pohlman, 1939; Факторович, 1959, 1984; Валова, 1999) шкалу. Согласно этой шкале площадь, занимаемая пустотами от 10 до 20 %, считается признаком легкой степени тяжести ЛДП, от 20 до 50 % — средней степени и от 50 % и выше — тяжелой степени тяжести ЛДП. Помимо определения площади, занимаемой пустотами на месте экстрагированного жира, показателем состояния клеток печеночной паренхимы служило количество ядер, приходящихся на контрольную площадь, и число митотически делящихся клеток. Количество ядер на 1 поле зрения менее 40 шт. и их полное отсутствие, так же как и низкая митотическая активность клеток печеночной паренхимы, принимались за показатели развития алиментарной патологии. Просмотр гистологических препаратов и фотографирование проводили на цифровой микроскопической системе «Leica». Площадь, занимаемую пустотами на месте экстрагированного жира, подсчитывали следующим образом (Pohlman, 1939): микропрепараты фотографировали, копировали участок в 1000 мм² на миллиметровую бумагу и на нем производили подсчет площади, приходящейся на различные структуры. Количество митозов подсчитывали в 1 поле зрения микроскопа при общем увеличении 1575к и рассчитывали митотическую активность. Митотический индекс, свидетельствующий о митотической активности клеток, рассчитывали по формуле:

$$\text{МИ} = [(P + M + A + T)/N] \cdot 100 \%,$$

где (P + M + A + T) — сумма клеток, находящихся на стадии профазы, метафазы, анафазы и телофазы, а N — общее число проанализированных клеток.

Весь материал статистически обработан с использованием пакета Excel.

Результаты и их обсуждение

Иммунная система рыб сходна с таковой у млекопитающих во многих отношениях: она содержит сигнальные клетки, неспецифические и специфические гуморальные и клеточные компоненты. Однако у рыб, в отличие от высших позвоночных, активность иммунной системы во многом зависит от температуры воды, и наиболее опасен для них период зимовки, во время которого под влиянием абиотических и биотических факторов очень часто происходит снижение иммунного статуса организма рыб.

Сравнительная характеристика реакции периферической крови сеголеток калуги и её реципронного гибрида стерлядь x калуга на условия зимовки

Начало зимовки. Исследования физиологического состояния сеголеток калуги и реципронного гибрида стерлядь x калуга (Ст x К) проводились в конце вегетационного периода в октябре 2010 г., полученные результаты представлены в табл. 1, 2. В ходе исследований у сеголеток калуги были выявлены симптомы макроцитарной анемии: 1) низкое число эритроцитов в периферической крови (в 3,5 раза меньше такового у гибрида Ст x К); 2) низкий уровень общего гемоглобина (в 1,7 раза ниже, чем у сеголеток гибрида Ст x К); 3) низкое значение гематокритного числа на фоне высокого значения MCV (объем 1 эритроцита), в 2,7 раза превышающего таковой у гибрида Ст x К. При этом величина СОЭ, свидетельствующая о развитии патологии, в 3,5 раза превышала норму для сеголеток осетровых рыб*. Значение цветного показателя у сеголеток калуги было в 2 раза выше, чем у сеголеток Ст x К, и соответствовало высоким значениям MCH (содержание гемоглобина в 1 эритроците), что подтверждало наличие макроцитарной гиперхромной анемии. При этом концентрация гемоглобина в 1 эритроците (MCHC), как правило, имеет низкие значения из-за большого объема эритроцитов. Также у сеголеток калуги наблюдалось усиление эритропоэза, для которого характерен сдвиг в сторону увеличения доли незрелых эритроцитов в эритроэне периферической крови. Доля незрелых эритроцитов фактически в 1,5 раза превышала физиологическую норму для осетровых рыб*. На мазках крови сеголеток калуги обнаруживались патоморфологические изменения эритроцитов: анизо- и пойкилоцитоз, гемолиз эритроцитов на фоне адгезии эритроцитов («монетные столбики»), нередко встречались эритроциты с нарушениями мембраны (акантоциты, эхиноциты), кариолизис и тени эритроцитов. У сеголеток гибрида Ст x К, несмотря на довольно высокие значения цветного показателя ($2,04 \pm 0,14$), свидетельствующие о нормохромной анемии, патоморфологических изменений клеток крови не обнаружено.

Таблица 1
Состояние эритроэна у сеголеток калуги и реципронного гибрида Ст x К перед зимовкой
Table 1
State of erythron for fingerlings of kaluga and reciprocal hybrid St x K before wintering

| Показатель | Калуга | Реципронный гибрид Ст x К |
|---|--|-------------------------------------|
| Общее число эритроцитов, млн/мкл | $0,298 \pm 0,050^*$ 0,200–0,670 | $1,038 \pm 0,660$ 0,680–1,250 |
| Гемоглобин, г/л | $39,40 \pm 2,05^*$ 25,00–47,00 | $68,50 \pm 3,33$ 55,00–88,00 |
| Скорость оседания эритроцитов (СОЭ), мм/час | $12,00 \pm 0,42^*$ 10,00–14,00 | $3,50 \pm 0,48$ 1,00–6,00 |
| Гематокрит, об% | $16,90 \pm 2,14^*$ 7,70–30,00 | $23,64 \pm 1,37$ 23,50–50,00 |
| Объем 1 эритроцита (MCV), мкм ³ | $631,59 \pm 41,02^*$ 319,40–1500,00 | $236,43 \pm 22,69$ 223,81–598,63 |
| Содержание гемоглобина в 1 эритроците (MCH), нг | $146,21 \pm 12,83^*$ 70,14–215,00 | $68,92 \pm 5,55$ 44,00–100,00 |
| Концентрация гемоглобина в 1 эритроците (MCHC), г/% | $26,25 \pm 3,05$ 14,33–48,75 | $32,77 \pm 4,75$ 12,20–29,79 |
| Цветной показатель | $4,08 \pm 1,31^*$ 2,10–6,45 | $2,04 \pm 0,14$ 1,32–3,00 |
| Юные эритроциты, % | $47,30 \pm 1,61^*$ 46,00–51,00 | $31,10 \pm 1,71$ 25,00–52,00 |
| Зрелые эритроциты, % | $52,70 \pm 1,66^*$ 49,00–54,00 | $68,90 \pm 1,28$ 32,00–75,00 |

* Различия достоверны при $P < 0,05$.

* Сборник инструкций ... (1998).

Таблица 2
Состояние белой крови у сеголеток калуги и реципрокного гибрида Ст х К перед зимовкой
Table 2
State of white blood for fingerlings of kaluga and reciprocal hybrid St x K before wintering

| Показатель | Калуга | Реципрокный гибрид Ст х К |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Общее число тромбоцитов, тыс./мкл | $93,60 \pm 1,26^*$ 68,00–100,00 | $65,90 \pm 2,63$ 54,00–79,00 |
| Общее число лейкоцитов, тыс./мкл | $34,20 \pm 1,53^*$ 25,00–42,00 | $40,60 \pm 0,37$ 39,00–42,00 |
| Эозинофилы, % | $42,85 \pm 4,86^*$ 6,50–58,00 | $9,70 \pm 0,48$ 2,50–22,00 |
| Базофилы, % | $2,30 \pm 0,52^*$ 0,00–5,50 | – |
| Метамиелоциты, % | $0,50 \pm 0,14^*$ 0,00–2,50 | $0,30 \pm 0,13$ 0,00–1,00 |
| Палочкоядерные нейтрофилы, % | $1,75 \pm 0,37^*$ 0,50–3,50 | $1,50 \pm 0,39$ 0,00–3,50 |
| Сегментоядерные нейтрофилы, % | $0,20 \pm 0,08^*$ 0,00–0,50 | $0,25 \pm 0,15$ 0,00–1,50 |
| Моноциты, % | $1,25 \pm 0,45^*$ 0,00–1,50 | $1,05 \pm 0,38$ 0,00–3,00 |
| Пенистые клетки, % | $0,10 \pm 0,07^*$ 0,00–0,50 | $0,50 \pm 0,19$ 0,00–1,50 |
| Лимфоциты большие, % | $21,45 \pm 1,90^*$ 14,00–33,50 | $31,45 \pm 2,70$ 19,00–44,50 |
| Лимфоциты малые, % | $29,60 \pm 3,12^*$ 17,00–32,00 | $55,25 \pm 2,20$ 48,50–66,00 |
| Индекс ядерного сдвига (ИЯ) | $11,25 \pm 1,23^*$ 0,00–12,00 | $2,56 \pm 0,29$ 2,00–3,00 |

* Различия достоверны при $P < 0,05$.

Результаты исследований белой крови сеголеток калуги, представленные в табл. 2, дают основание говорить о развитии либо кумулятивного политоксикоза, либо вирусной инфекции, судя по доле эозинофилов в лейкограмме, которая в 7 раз превышает верхний предел физиологической нормы для сеголеток осетровых рыб*. Инфекционное начало эозинофилии подтверждает индекс ядерного сдвига (ИЯ = 12,55 влево) на фоне низкого общего числа лейкоцитов в периферической крови в сравнении с таковым сеголеток реципрокного гибрида Ст х К, которое на 25,5 % ниже физиологической нормы для сеголеток осетровых рыб*. Ядерный сдвиг носит дегенеративный характер, при котором наблюдается увеличение доли юных и палочкоядерных нейтрофилов и появление метамиелоцитов при снижении относительного числа нейтрофилов, что происходит при ряде инфекционных заболеваний (Бяловский и др., 1999; Висмонт и др., 2011) с выраженным токсическим компонентом. Согласно Шиллингу (цит. по: Бяловский и др., 1999), дегенеративный сдвиг является выражением первичной или быстро наступающей после начального раздражения функциональной недостаточности нейтрофильного лейкопоэза. При этом в лейкограмме наблюдалось снижение доли компонентов крови, отвечающих за иммунные реакции (лимфоцитов), в 1,7 раза по сравнению с физиологической нормой*, следствием чего является снижение иммунитета рыб. На мазке крови достаточно часто встречались патоморфологические изменения в клетках белой крови, в частности появление пенистых клеток, представляющих собой моноциты, фагоцитировавшие липидные включения из периферической крови и свидетельствующие о нарушениях обменных процессов (по большей части липидного обмена) в организме рыб. Также наблюдалась вакуолизация цитоплазмы нейтрофилов при увеличении их размеров и гиперсегментация ядер у сегментоядерных нейтрофилов.

В отличие от сеголеток калуги белая кровь у реципрокного гибрида Ст х К перед зимовкой имела ярко выраженный лимфоидный характер с преобладанием малых

* Сборник инструкций ... (1998).

лимфоцитов, функцией которых являются иммунологическое распознавание патогенных организмов и инициация реакций приобретенного иммунитета. Доля больших лимфоцитов была невелика. Большие зернистые (гранулярные) лимфоциты способны распознавать изменения клеточной поверхности, возникающие при небластическом росте или вирусной инфекции. Они распознают (как и макрофаги) и уничтожают некоторые клетки-мишени (или патогенные микроорганизмы), если их поверхность несет специфические антитела. Доля эозинофилов в лейкограмме достаточно велика, но находится в верхнем пределе физиологической нормы для сеголеток осетровых рыб*. Так же как и у сеголеток калуги, у них отмечается присутствие в белой крови метамиелоцитов и пенистых клеток. Индекс ядерного сдвига довольно велик и составляет $2,56 \pm 0,29$ ед., что свидетельствует о наличии патологических изменений, имеющих инфекционное начало, поскольку наблюдается сдвиг в сторону увеличения доли молодых форм нейтрофилов (сдвиг влево). Общее число лейкоцитов находится в пределах нормы, поэтому можно говорить о гиперрегенеративном сдвиге влево.

Таким образом, перед началом зимовки сеголетки калуги имели низкий иммунофизиологический статус по состоянию периферической крови в сравнении с сеголетками реципронного гибрида Ст х К и физиологической нормой для сеголеток осетровых рыб*.

Середина зимовки. В середине зимовки у сеголеток калуги наблюдалось увеличение общего числа эритроцитов и общего гемоглобина в периферической крови (табл. 3) на фоне снижения величины СОЭ, содержания гемоглобина в 1 эритроците (МСН) и объема 1 эритроцита (МСV в 2,3 раза) и цветного показателя (СI в 2,3 раза) в сравнении с началом зимовки. Величина эритропоза, показателем которого является соотношение зрелых и юных форм эритроцитов, увеличилась незначительно (табл. 3). В сравнении с молодью калуги у сеголеток реципронного гибрида состояние эритрона периферической крови было более стабильным, несмотря на небольшое снижение, в 1,2 раза, значения МСV. Также наблюдалось увеличение общего числа эритроцитов и гемоглобина в русловой крови при относительной стабильности эритропоза на фоне небольшого снижения величины цветного показателя (табл. 3).

Таблица 3

Состояние эритрона у сеголеток калуги и реципронного гибрида Ст х К в середине зимовки

Table 3

State of erythron for fingerlings of kaluga and reciprocal hybrid St x K in the middle of wintering

| Показатель | Калуга | Реципронный гибрид Ст х К |
|---|------------------------------------|------------------------------------|
| Общее число эритроцитов, млн/мкл | $0,779 \pm 0,110$ 0,410–1,300 | $1,278 \pm 0,660$ 1,130–1,540 |
| Гемоглобин, г/л | $46,20 \pm 2,86$ 33,00–58,00 | $73,50 \pm 4,17$ 55,00–98,00 |
| Скорость оседания эритроцитов (СОЭ), мм/час | $4,70 \pm 0,93$ 1,00–10,00 | $3,00 \pm 0,42$ 1,00–5,00 |
| Гематокрит, об/мин. | $17,19 \pm 1,94$ 7,14–25,00 | $24,09 \pm 2,32$ 8,33–38,46 |
| Объем 1 эритроцита (МСV), мкм ³ | $280,03 \pm 57,40$ 64,92–609,76 | $194,36 \pm 22,32$ 54,44–317,85 |
| Содержание гемоглобина в 1 эритроците (МСН), пг | $69,49 \pm 10,10$ | $58,45 \pm 4,23$ |
| Концентрация гемоглобина в 1 эритроците (МСНС), г/% | $31,22 \pm 5,11$ 38,46–128,90 | $34,44 \pm 4,92$ 39,87–78,40 |
| Цветной показатель | $1,80 \pm 0,31$ 13,28–70,03 | $1,75 \pm 0,13$ 1,20–2,36 |
| Юные эритроциты, % | $45,30 \pm 2,62$ 37,00–59,00 | $33,10 \pm 1,22$ 28,00–39,00 |
| Зрелые эритроциты, % | $54,71 \pm 2,49$ 41,00–63,00 | $66,90 \pm 1,22$ 61,00–72,00 |

* Сборник инструкций ... (1998).

На мазках крови у сеголеток калуги был обнаружен широкий спектр патоморфологических изменений клеток красной крови. Наиболее часто встречаемой патологией оказался анизо- и пойкилоцитоз, реже встречались гемолиз, кариолизис, кариорексис и тени эритроцитов. Пойкилоцитоз, или изменение формы эритроцитов вследствие деформации эритроцитарной мембраны, характеризовался присутствием разнообразных форм эритроцитов, в частности астероцитов, эхиноцитов, безъядерных эритроцитов (шистоцитов) и каплевидных эритроцитов. У некоторых особей отмечались гемолиз эритроцитов и образование эритроцитами «монетных столбиков». По краям мазков часто встречались тени эритроцитов с полностью лизированными ядрами, нередко были эритроциты более крупных размеров, чем обычные с кариорексисом, часто встречались клетки-мишени со светлым кольцом вокруг ядер.

В отличие от молоди калуги у сеголеток реципрокного гибрида патоморфологически измененные эритроциты практически не отмечались, лишь у некоторых особей наблюдались гипохромия и каплевидные клетки, крайне редко встречались безъядерные эритроциты (шистоциты).

В середине зимовки лейкограмма у сеголеток калуги несколько улучшилась (табл. 4): в 2,1 раза снизилась доля эозинофилов, в 1,9 раза уменьшилась величина ядерного сдвига влево (ИЯ), снизился процент базофилов и моноцитов на фоне возрастания общего числа лейкоцитов. Также наблюдалось небольшое увеличение общего числа тромбоцитов, что характерно для рыб при низких температурах воды во время зимовки (Парфенова, Солдатов, 2011) и снижении активности дыхательных ферментов, позволяющих усваивать растворенный в воде кислород. В связи с этим, несмотря на высокий уровень растворенного кислорода в воде, молодь, выращиваемая в садках при высоких плотностях посадки, может испытывать гипоксию. Необходимо отметить возрастание доли пенистых клеток в лейкограмме русловой крови (в 8,5 раза), свидетельствующее

Таблица 4
Состояние белой крови у сеголеток калуги и реципрокного гибрида Ст x К в середине зимовки
Table 4
State of white blood for fingerlings of kaluga and reciprocal hybrid St x K in the middle of wintering

| Показатель | Калуга | Реципрокный гибрид Ст x К |
|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Общее число тромбоцитов, тыс./мкл | <u>100,20 ± 3,30*</u> 86,00–120,00 | <u>86,10 ± 1,08</u> 81,00–45,00 |
| Общее число лейкоцитов, тыс./мкл | <u>41,70 ± 0,40*</u> 40,00–44,00 | <u>43,40 ± 0,31</u> 42,00–45,00 |
| Эозинофилы, % | <u>20,15 ± 5,32*</u> 2,00–57,00 | <u>4,35 ± 0,73</u> 1,00–8,50 |
| Базофилы, % | <u>0,85 ± 0,31*</u> 0,00–2,50 | <u>1,55 ± 0,40</u> 0,00–4,00 |
| Метамиелоциты, % | <u>0,30 ± 0,14</u> 0,00–1,50 | <u>0,55 ± 0,12</u> 0,00–0,50 |
| Палочкоядерные нейтрофилы, % | <u>1,50 ± 0,37*</u> 0,00–4,00 | <u>2,55 ± 0,39</u> 1,00–6,50 |
| Сегментоядерные нейтрофилы, % | <u>0,30 ± 0,03</u> 0,00–1,00 | <u>0,50 ± 0,11</u> 0,00–1,50 |
| Моноциты, % | <u>0,80 ± 0,37*</u> 0,00–4,00 | <u>2,85 ± 0,18</u> 0,50–2,00 |
| Пенистые клетки, % | <u>0,85 ± 0,36*</u> 0,00–3,00 | <u>2,75 ± 2,50</u> 0,00–27,00 |
| Лимфоциты большие, % | <u>41,10 ± 4,70*</u> 14,00–66,50 | <u>35,60 ± 1,99</u> 29,00–48,50 |
| Лимфоциты малые, % | <u>34,15 ± 3,12</u> 19,00–50,00 | <u>49,30 ± 2,65</u> 30,50–56,50 |
| Индекс ядерного сдвига (ИЯ) | <u>6,00 ± 1,20*</u> 1,00–7,00 | <u>3,49 ± 0,07</u> 1,33–6,50 |

* Различия достоверны при $P < 0,05$.

о нарушении липидного обмена в организме рыб. Вследствие этого нарушения идет нарастание количества липидов в сыворотке крови, которые фагоцитируются моноцитами и накапливаются в их цитоплазме, благодаря чему она принимает пенный вид. Такие моноциты и называются пенными клетками (Ройт и др., 2000; Шиффман, 2001).

В отличие от сеголеток калуги у таковых реципрокного гибрида Ст х К снижение доли эозинофилов в лейкограмме происходило на фоне появления базофилов и возрастания величины индекса ядерного сдвига влево в 1,4 раза. Также увеличилось в 9,5 раза число пенных клеток.

Конец зимовки. В конце зимовки у сеголеток калуги отмечалось возрастание общего числа эритроцитов и содержания общего гемоглобина в русловой крови при незначительном повышении СОЭ. Однако, несмотря на увеличение значений гематокрита и величины общего гемоглобина (табл. 5), наблюдалось снижение величины МСН, МСНС и цветного показателя, что свидетельствовало о микроцитарной анемии, подтверждаемой дальнейшим сокращением объема 1 эритроцита (MCV). При этом у молоди наблюдалось снижение интенсивности эритропоэза (табл. 5), характеризовавшееся увеличением доли зрелых эритроцитов.

Таблица 5

Состояние эритрона у сеголеток калуги и реципрокного гибрида Ст х К в конце зимовки

Table 5

State of erythron for fingerlings of kaluga and reciprocal hybrid St x K in the end of wintering

| Показатель | Калуга | Реципрокный гибрид Ст х К |
|---|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Общее число эритроцитов, млн/мкл | $1,144 \pm 0,070^*$ 0,880–1,580 | $1,311 \pm 0,040$ 1,060–1,480 |
| Гемоглобин, г/л | $50,00 \pm 2,09^*$ 39,00–59,00 | $73,50 \pm 4,76^*$ 47,00–91,00 |
| Скорость оседания эритроцитов (СОЭ), мм/час | $5,30 \pm 0,97^*$ 1,00–11,00 | $4,70 \pm 0,67$ 3,00–10,00 |
| Гематокрит, об/мин. | $19,55 \pm 1,92^*$ 7,69–25,00 | $28,90 \pm 3,60^*$ 14,29–55,56 |
| Объем 1 эритроцита (MCV), мкм ³ | $175,99 \pm 20,83^*$ 77,68–284,09 | $221,07 \pm 25,20$ 101,35–375,41 |
| Содержание гемоглобина в 1 эритроците (МСН), нг | $45,39 \pm 3,53^*$ 17,76–74,12 | $91,31 \pm 4,31$ 16,38–48,29 |
| Концентрация гемоглобина в 1 эритроците (МСНС), г/% | $30,12 \pm 5,18^*$ 0,87–1,77 | $47,59 \pm 10,32$ 1,22–2,55 |
| Цветной показатель | $1,32 \pm 0,05$ 60,00–77,00 | $1,70 \pm 0,13$ 22,00–36,00 |
| Юные эритроциты, % | $69,40 \pm 2,18^*$ 60,00–77,00 | $28,60 \pm 1,40$ 28,00–36,00 |
| Зрелые эритроциты, % | $30,60 \pm 2,29^*$ 23,00–40,00 | $71,40 \pm 1,40$ 64,00–78,00 |

* Различия достоверны при $P < 0,05$.

У сеголеток реципрокного гибрида в конце зимовки наблюдалось увеличение гематокрита при уменьшении содержания гемоглобина в 1 эритроците (МСН) и концентрации гемоглобина в 1 эритроците (МСНС) и значений MCV (табл. 5) на фоне повышения скорости оседания эритроцитов (СОЭ), общего числа эритроцитов и общего гемоглобина в русловой крови. Как и у сеголеток калуги, у молоди реципрокного гибрида Ст х К снизилась интенсивность эритропоэза по сравнению с началом и серединой зимовки. Значение цветного показателя в конце зимовки сравнивалось с таковым в начале зимовки (табл. 5).

На мазках крови у сеголеток калуги в отличие от реципрокного гибрида Ст х К в конце зимовки, так же как и в начале и середине её, отмечалось присутствие разнообразных патоморфологических изменений клеток белой и красной крови. Основная доля патологии клеток красной крови приходилась на пойкилоцитоз, характеризующийся

деформацией клеточной мембраны (эхиноциты, каплевидные клетки, астероциты), и составляла практически 65 % всех патоморфологических изменений. Довольно часто наблюдался гемолиз эритроцитов и кариолизис. У отдельных особей наблюдалась агрегация клеток с образованием «монетных столбиков». В белой крови патоморфологические изменения клеток отмечались нечасто, в основном они были представлены пенистыми клетками, иногда встречалась гиперсегментация ядер у нейтрофилов. У реципрокного гибрида Ст х К патология клеток красной крови встречалась довольно редко и представляла собой анизоцитоз, изредка наблюдались эритроциты с неравномерной окраской (гипохромия). В белой крови наиболее часто встречаемой патологией были пенистые клетки (табл. 6).

Таблица 6
Состояние белой крови у сеголеток калуги и реципрокного гибрида Ст х К в конце зимовки

Table 6
State of white blood for fingerlings of kaluga and reciprocal hybrid St x K in the end of wintering

| Показатель | Калуга | Реципрокный гибрид Ст х К |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Общее число тромбоцитов, тыс./мкл | $92,10 \pm 0,85^*$ 84,00–98,00 | $93,10 \pm 1,49$ 82,00–96,00 |
| Общее число лейкоцитов, тыс./мкл | $42,20 \pm 0,42$ 40,00–44,00 | $42,70 \pm 0,33$ 41,00–44,00 |
| Эозинофилы, % | $18,65 \pm 2,99^*$ 7,00–36,00 | $9,00 \pm 1,84$ 2,00–20,00 |
| Базофилы, % | $0,30 \pm 0,13^*$ 0,00–1,00 | $0,80 \pm 0,33$ 0,00–3,50 |
| Метамиелоциты, % | $0,30 \pm 0,11^*$ 0,00–1,00 | $0,75 \pm 0,17$ 0,00–1,50 |
| Палочкоядерные нейтрофилы, % | $2,15 \pm 0,56^*$ 0,00–5,50 | $4,55 \pm 1,18$ 0,00–11,00 |
| Сегментоядерные нейтрофилы, % | $0,30 \pm 0,11$ 0,00–0,10 | $0,45 \pm 0,12$ 0,00–6,00 |
| Моноциты, % | $0,70 \pm 0,24^*$ 0,00–2,50 | $1,15 \pm 0,55$ 0,00–6,00 |
| Пенистые клетки, % | $1,10 \pm 0,48^*$ 0,00–4,50 | $2,70 \pm 0,92$ 0,00–8,50 |
| Лимфоциты большие, % | $27,40 \pm 1,75^*$ 21,00–38,00 | $34,85 \pm 1,53$ 29,00–42,00 |
| Лимфоциты малые, % | $49,10 \pm 2,91^*$ 31,00–60,50 | $45,75 \pm 2,28$ 33,50–62,00 |
| Индекс ядерного сдвига (ИЯ) | $8,17 \pm 0,25^*$ 2,00–12,00 | $12,21 \pm 3,12$ 3,50–25,00 |

* Различия достоверны при $P < 0,05$.

Сравнительная характеристика реакции пищеварительной системы сеголеток калуги и реципрокного гибрида Ст х К на условия зимовки

Начало зимовки. Перед началом зимовки у всех исследованных сеголеток калуги при вскрытии цвет печени варьировал от мраморно-белого с кровоизлияниями до светло-желтого с кровоизлияниями, при этом окраска была неравномерной. На препаратах ткань печени у всех исследованных рыб напоминала ажурную сетку (рис. 1). Митотическая активность клеток печеночной паренхимы была невелика и не превышала 2,85 % (табл. 7). Площадь, занимаемая пустотами на месте экстрагированного жира, составляла большую часть контрольной площади и значительно превышала нижний предел шкалы для определения степени тяжести ЛДП (табл. 7). Среди просчитанных ядер на контрольной площади более 50 % были пикнотическими, все ядра сдвинуты в сторону клеточной мембраны. Плазматическая мембрана большинства клеток практически полностью разрушена, а цитоплазма замещена гранулами цероида и пустотами на месте экстрагированного жира (рис. 1), при этом границы таких клеток не определяются. Со-

Рис. 1. Липоидная дегенерация печени тяжелой степени у сеголеток калуги перед зимовкой

Fig. 1. Heavy degree lipoid degeneration of liver for kaluga fingerling before wintering

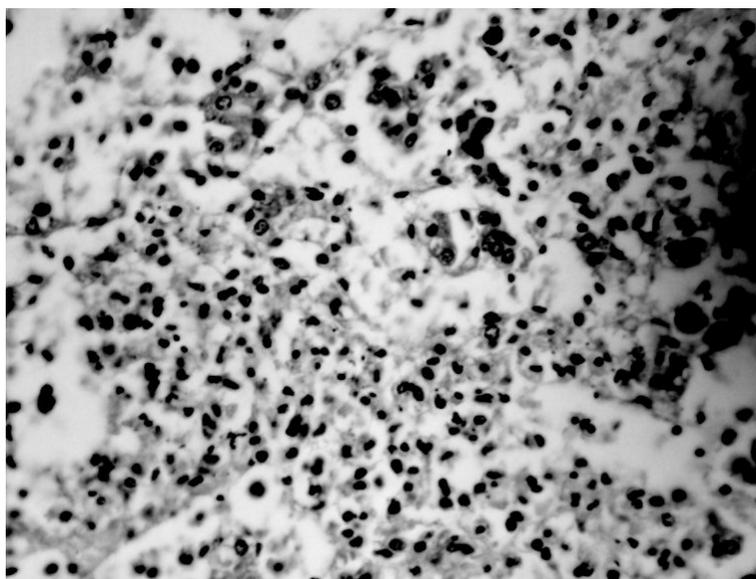


Таблица 7

Сравнительная характеристика состояния печени сеголеток калуги и реципрокного гибрида Ст х К перед зимовкой

Table 7

Comparative characteristic of liver condition for fingerlings of kaluga and reciprocal hybrid Ст х К before wintering

| Показатель | Калуга | Реципрокный гибрид Ст х К |
|--|--|---|
| Цвет печени и консистенция | Белый с кровоизлияниями, песочно-мраморный с кровоизлияниями, ткань мажущаяся, сметанообразная | Светлый, красно-розовый с песочным оттенком |
| Состояние печеночной паренхимы | Ажурная сетка, границы клеток просматриваются плохо, ядра мелкие, пикнотические смещены к оставшимся клеточным мембранам | Цитоплазма клеток содержит капли и глыбки на месте экстрагированного жира, границы клеток хорошо видны, ядра смещены к клеточной мембране |
| Число просчитанных полей зрения, шт. | 40 | 40 |
| Среднее количество ядер на 1 поле зрения (2,5 x 7,0 x 90,0), шт. | $35,00 \pm 0,05^*$ 28,00–42,00 | $53,00 \pm 0,08$ 31,00–64,00 |
| Число делящихся ядер на 1 поле зрения, шт. | $4,00 \pm 0,12^*$ 1,00–6,00 | $6,00 \pm 0,06$ 2,00–7,00 |
| Митотическая активность, % | $2,85 \pm 0,25^*$ 1,03–3,12 | $12,05 \pm 0,01$ 10,89–14,08 |
| Число ядер на контрольной площади (1000 мм ²), шт. | $49,00 \pm 0,15^*$ 23,00–68,00 | $63,00 \pm 0,07$ 34,00–85,00 |
| Площадь, занимаемая пустотами на месте экстрагированного жира (контрольная площадь 1000 мм ²), % | $89,23 \pm 1,20^*$ 56,30–98,63 | $20,49 \pm 0,09$ 12,81–26,15 |
| Площадь, занимаемая цитоплазмой клеток (контрольная площадь 1000 м ²), % | $10,77 \pm 1,25^*$ 4,25–15,86 | $79,51 \pm 0,04$ 39,78–97,14 |

* Различия достоверны при $P < 0,05$.

стояние слизистой оболочки желудка и кишечника в целом было удовлетворительным, поскольку в желудке не отмечалось гастритоподобных изменений слизистой оболочки, за исключением частичной атрофии желудочных желез и наличия очагов воспаления, характеризующихся отеком и отслоением эпителиальной выстилки слизистой оболочки

желудка. В кишечнике наблюдались следующие патоморфологические изменения: отек и отслоение эпителиальной выстилки слизистой оболочки, образование клостомозов, образование микроэрозий и снижение функции кроветворного органа, находящегося в среднем отделе кишечника (рис. 2). Полученные при гистологическом анализе данные подтверждают гематологические показатели и свидетельствуют о неудовлетворительном физиологическом состоянии сеголеток калуги перед началом зимовки.

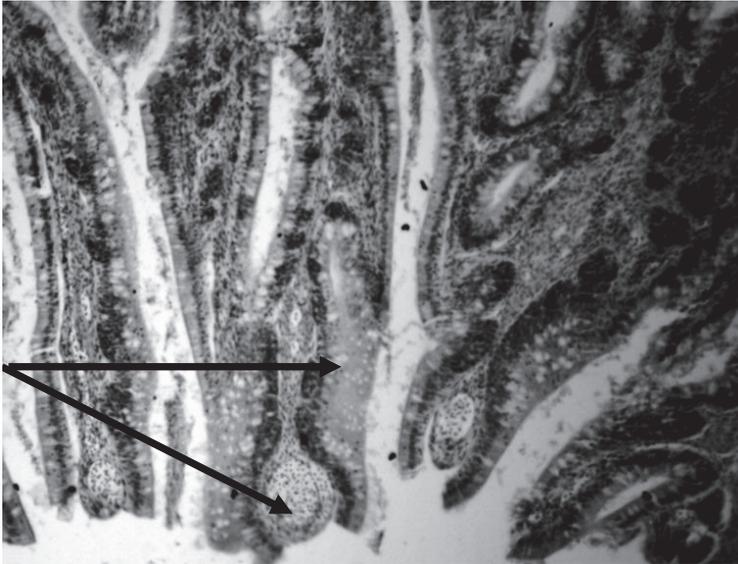


Рис. 2. Патологические изменения в среднем отделе кишечника у сеголеток калуги перед зимовкой

Fig. 2. Pathological changes in the middle section of intestines for kaluga fingerling before wintering

В отличие от сеголеток чистой линии калуги у сеголеток реципрокного гибрида Ст х К состояние печени значительно лучше: визуально печень имеет светлую розово-коричневую окраску, плотная по консистенции. На микропрепаратах площадь, занимаемая жировыми пустотами, составляет 20,5 %, чуть выше, чем при легкой степени ЛДП. В цитоплазме клеток наблюдается зернистость, обусловленная мелкими каплями жира. Включений в виде гранул цероида не отмечается. Хорошо просматриваются границы клеток, клетки имеют полигональную форму с центрально расположенными ядрами овальной или круглой формы. Смещения ядер в сторону плазматической мембраны клеток с каплями липидов не отмечались. Печень рыб, как и других позвоночных животных, обладает высокой регенераторной способностью, поэтому в печеночной паренхиме сеголеток реципрокного гибрида Ст х К отмечалась довольно высокая в сравнении с сеголетками калуги митотическая активность, что позволяло восстановить поврежденные участки ткани печени.

В пищеварительном тракте патоморфологических изменений у сеголеток реципрокного гибрида Ст х К не отмечалось.

Середина зимовки. В середине зимовки состояние печени у сеголеток калуги несколько улучшилось: изменились консистенция (ткань печени стала более плотной, в отличие от мажущейся в начале зимовки), а также цвет (она приобрела очень светлую желтовато-розовую окраску). На микропрепаратах печеночная паренхима имела вид ажурной сетки, однако увеличилась площадь, занимаемая цитоплазмой, при этом сократилась площадь, занимаемая гранулами липидов, т.е. липоидная дегенерация печени перешла в более легкую степень тяжести (среднюю). Практически в 2 раза возросли величина митотической активности клеток печеночной паренхимы и число ядер на контрольной площади (табл. 8, рис. 3), что свидетельствует о восстановлении печеночной паренхимы и улучшении состояния печени в целом. В отличие от предыдущего анализа снизилась доля пикнотических ядер. Состояние пищеварительного тракта в результате вынужденного голодания также улучшилось. У всех исследованных рыб не отмечалось патоморфологических изменений в слизистой оболочке кишечника, в желудке наблюдалась гиперфункция кардиальных желез (рис. 4). Кроветворный орган, расположенный в среднем отделе кишечника, был заполнен клетками крови.

Таблица 8

Сравнительная характеристика состояния печени сеголеток калуги и реципрокного гибрида Ст х К в середине зимовки

Table 8

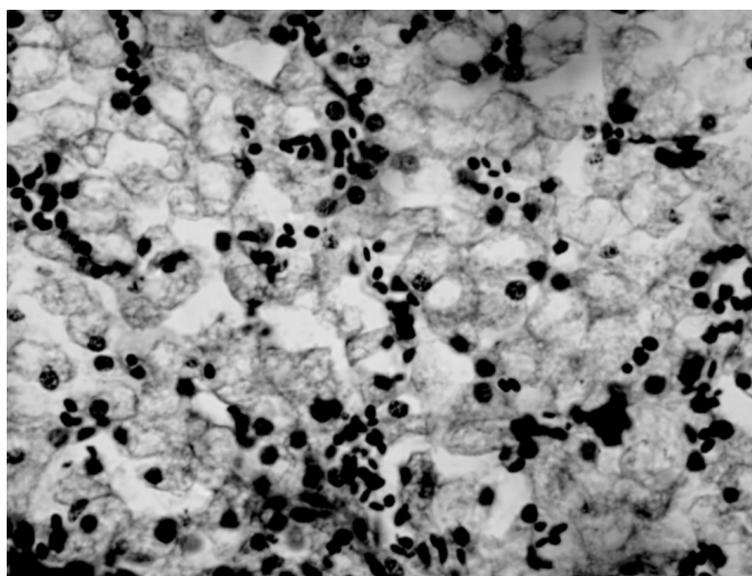
Comparative characteristic of liver condition for fingerlings of kaluga and reciprocal hybrid St x K in the middle of wintering

| Показатель | Калуга | Реципрокный гибрид Ст х К |
|--|--|---|
| Цвет печени и консистенция | Мраморный, светлый, с кровоизлияниями, песочно-розовый с кровоизлияниями, ткань рыхлая | Светлый, красно-розовый с песочным оттенком |
| Состояние печеночной паренхимы | Ажурная сетка, границы клеток просматриваются плохо, ядра мелкие, пикнотические смещены к оставшимся клеточным мембранам | Клетки полигональной формы, цитоплазма клеток содержит мелкие капли и глыбки на месте экстрагированного жира, границы клеток хорошо видны, ядра крупные овальные смещены к клеточной мембране |
| Число просчитанных полей зрения, шт. | 40 | 40 |
| Среднее количество ядер на 1 поле зрения (2,5 x 7,0 x 90,0), шт. | $36,00 \pm 0,91^*$ 21,00–48,00 | $59,00 \pm 0,12$ 28,00–67,00 |
| Число делящихся ядер на 1 поле зрения, шт. | $2,00 \pm 0,70^*$ 1,00–4,00 | $10,00 \pm 0,12$ 2,00–14,00 |
| Митотическая активность, % | $5,56 \pm 0,09^*$ 1,23–6,52 | $16,95 \pm 0,06$ 8,26–21,14 |
| Число ядер на контрольной площади (1000 мм ²), шт. | $52,00 \pm 0,13^*$ 39,00–65,00 | $74,00 \pm 0,09$ 51,00–83,00 |
| Площадь, занимаемая пустотами на месте экстрагированного жира (контрольная площадь 1000 мм ²), % | $74,16 \pm 1,25^*$ 35,12–81,41 | $19,20 \pm 0,11$ 7,18–23,51 |
| Площадь, занимаемая цитоплазмой клеток (контрольная площадь 1000 м ²), % | $25,84 \pm 0,92^*$ 9,11–30,16 | $80,80 \pm 0,43$ 51,18–90,89 |

* Различия достоверны при $P < 0,05$.

Рис. 3. Липоидная дегенерация печени средней степени у сеголеток калуги в середине зимовки

Fig. 3. Medium degree lipoid degeneration of liver for kaluga fingerling in the middle of wintering



У сеголеток реципрокного гибрида Ст х К на 29,2 % увеличился митотический индекс, свидетельствующий о возрастании митотической активности клеток печеночной паренхимы. Так же как и у сеголеток калуги, сократилась площадь, занимаемая

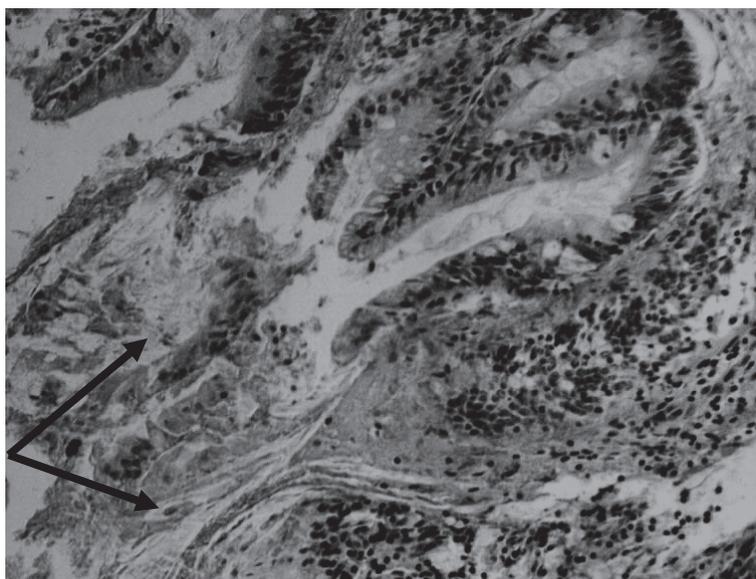


Рис. 4. Патологические изменения в среднем отделе кишечника у сеголеток калуги в середине зимовки

Fig. 4. Pathological changes in the middle section of intestines for kaluga fingerling in the middle of wintering

пустотами на месте экстрагированного жира, при этом увеличилось число ядер на контрольной площади (табл. 8). Полученные данные свидетельствуют об усилении регенераторной функции печени у сеголеток реципрокного гибрида Ст х К и, как следствие, об улучшении физиологического состояния рыб. Патоморфологических изменений в пищеварительном тракте не отмечалось.

Окончание зимовки. В конце зимовки наблюдались значительные изменения состояния печени сеголеток калуги: увеличилось число ядер на 1 поле зрения и контрольную площадь; снизился процент контрольной площади среза, занимаемой пустотами на месте экстрагированного жира; увеличилась митотическая активность клеток печеночной паренхимы, что свидетельствует об усилении регенераторной функции печеночной паренхимы (табл. 9, рис. 5). Среди ядер на контрольной площади пикнотические ядра встречались редко, границы клеток в большинстве случаев хорошо просматривались, архитектура органа нарушена частично. В пищеварительном тракте исследованных сеголеток калуги патоморфологические изменения отмечались только в среднем отделе кишечника и характеризовались отеком и отслоением эпителиальной выстилки кишечника и довольно редко встречающимися микроэрозиями в эпителиальной выстилке, не затрагивающими подлежащие слои слизистой оболочки (рис. 6). Улучшение физиологического состояния сеголеток калуги в течение зимовки произошло благодаря вынужденному голоданию, поскольку организмом рыб были использованы запасы липидов в печени рыб на энергетический обмен. В результате голодания произошло восстановление эпителиальной выстилки кишечника и желудка и функции пищеварительных желез.

У сеголеток реципрокного гибрида Ст х К среднее число ядер в 1 поле зрения не изменилось при незначительном возрастании митотического индекса (9,06 %). Среднее число ядер на контрольную площадь также осталось неизменным, зато сократилась площадь, занимаемая липидными отложениями (табл. 9) на 4,9 %. При этом уменьшилась зернистость цитоплазмы клеток, ставшая мелкодисперсной. В желудке и кишечнике патоморфологических изменений не наблюдалось.

Заключение

Физиологическое состояние рыб зависит от множества биотических и абиотических факторов, например от температуры воды, насыщения воды кислородом и углекислотой, причем оказывает значительное влияние не содержание кислорода в воде, а его соотношение с содержанием CO_2 . Колебания температуры воды могут

Таблица 9

Сравнительная характеристика состояния печени сеголеток калуги и реципрокного гибрида Ст х К в конце зимовки

Table 9

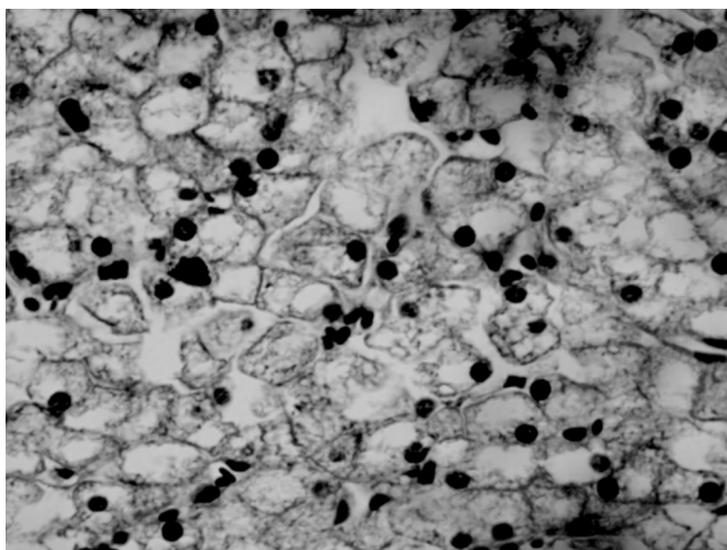
Comparative characteristic of liver condition for fingerlings of kaluga and reciprocal hybrid St x K in the end of wintering

| Показатель | Калуга | Реципрокный гибрид Ст х К |
|--|---|---|
| Цвет печени и консистенция | Мраморный, светлый, желто-розовый, ткань рыхлая | Светлый, красно-коричневый, ткань плотная |
| Состояние печеночной паренхимы | Ажурная сетка, границы клеток просматриваются, ядра мелкие, пикнотические смещены к клеточным мембранам, митотические деления редки | Клетки полигональной формы, цитоплазма клеток содержит мелкие капли и глыбки на месте экстрагированного жира, границы клеток хорошо видны, ядра крупные овальные расположены в середине клетки или смещены к клеточной мембране, часто встречаются митозы |
| Число просчитанных полей зрения, шт. | 40 | 40 |
| Среднее количество ядер на 1 поле зрения (2,5 x 7,0 x 90,0), шт. | $45,00 \pm 0,81^*$ 36,00–53,00 | $50,00 \pm 0,14$ 41,00–56,00 |
| Число делящихся ядер на 1 поле зрения, шт. | $6,00 \pm 0,08^*$ 2,00–9,00 | $11,00 \pm 0,01$ 6,00–13,00 |
| Митотическая активность, % | $12,05 \pm 0,15^*$ 10,23–14,61 | $18,64 \pm 0,11$ 13,87–19,21 |
| Число ядер на контрольной площади (1000 мм ²), шт. | $59,00 \pm 0,36^*$ 46,00–65,00 | $63,00 \pm 0,15$ 56,00–68,00 |
| Площадь, занимаемая пустотами на месте экстрагированного жира (контрольная площадь 1000 мм ²), % | $70,34 \pm 0,28^*$ 64,21–75,62 | $16,46 \pm 0,11$ 11,06–18,24 |
| Площадь, занимаемая цитоплазмой клеток (контрольная площадь 1000 м ²), % | $29,66 \pm 0,36^*$ 21,12–33,28 | $84,54 \pm 0,09$ 76,15–86,27 |

* Различия достоверны при $P < 0,05$.

Рис. 5. Липоидная дегенерация печени средней степени у сеголеток калуги в середине зимовки

Fig. 5. Medium degree lipoid degeneration of liver for kaluga fingerling in the end of wintering



быть причиной стресса, снижающего устойчивость организма рыб к различного рода заболеваниям. Неблагоприятная температура воды замедляет или приостанавливает обменные процессы в организме рыб, что особенно заметно в зимний период. Как правило, физиологическое состояние молоди перед зимовкой определяет прохождение

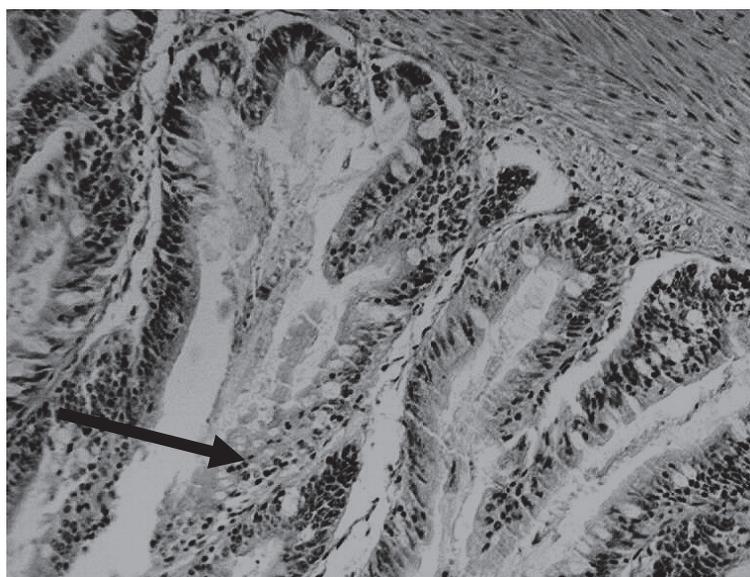


Рис. 6. Патологические изменения в среднем отделе кишечника у сеголеток калуги в конце зимовки

Fig. 6. Pathological changes in the middle section of intestines for kaluga fingerling in the end of wintering

ею этого сложного периода, в ходе которого на нее оказывают влияние в основном абиотические факторы.

При рассмотрении показателей физиологического состояния сеголеток калуги и реципронного гибрида Ст х К перед началом зимовки было обнаружено, что молодь калуги вошла в зимовку в неудовлетворительном состоянии. Практически у всех исследованных рыб отмечались признаки вирусного заболевания: эозинофилия, угнетение лимфопоэза на фоне нейтрофилопении, ядерный сдвиг влево, поражения печени в виде нарушения микроциркуляции и различного рода патоморфологические изменения в печеночной паренхиме, стенке желудка и кишечника, сравнимые с таковыми при герпесвирусной болезни сибирского осетра (Щелкунов, 2010). В отличие от сеголеток калуги у реципронного гибрида проявления симптоматики вирусного заболевания носили сглаженный характер и выражались лишь в повышенном содержании эозинофилов в лейкоцитарной формуле, наличии пенистых клеток и сдвиге ядерного индекса влево.

В середине зимовки картина крови и патоморфологические изменения в печени и пищеварительном тракте сеголеток калуги также свидетельствовали о присутствии в организме рыб патологического процесса, однако произошло снижение доли эозинофилов в лейкоцитарной формуле крови, что подтвердило наличие инфекционного начала. У реципронного гибрида проявления патоморфологических изменений в периферической крови и пищеварительной системе сгладились, но, тем не менее, наличие в периферической крови пенистых клеток свидетельствовало о нарушении липидного обмена в организме рыб.

По окончании зимовки физиологическое состояние сеголеток калуги улучшилось по сравнению с началом зимовки. Однако резкое снижение, практически в 3,5 раза, значения MCV является симптомом развития микроцитарной анемии на фоне высокого в сравнении с серединой зимовки индекса ядерного сдвига влево. Это свидетельствует о возможной вспышке вирусного заболевания при весеннем повышении температуры в зависимости от состояния иммунной системы рыб. В данном случае в конце зимовки у сеголеток калуги наблюдается снижение доли больших лимфоцитов и моноцитов (фагоцитирующие клетки) при увеличении доли пенистых клеток, свидетельствующих о возрастании количества липидов в сыворотке крови в результате нарушения липидного обмена. Любое нарушение обменных процессов в организме рыб и других видов животных, как правило, приводит к ослаблению иммунитета (Шиффман, 2001).

В сравнении с сеголетками калуги у сеголеток реципронного гибрида Ст х К физиологический статус рыб в конце зимовки оказался значительно выше и прибли-

жался к существующей норме*, несмотря на увеличение значения ИЯ влево, который свидетельствует о развитии воспалительного процесса с возможным инфекционным началом. Наличие патологии подтверждает увеличение доли пенистых клеток в лейкоцитарной формуле, которые представляют собой моноциты, интенсивно фагоцитирующие липиды при их избытке в периферической крови. Увеличение их доли является признаком нарушения липидного обмена неясной этиологии, поскольку у сеголеток Ст х К в конце зимовки отмечалась липоидная дегенерация печени легкой степени тяжести, что обусловлено высокими плотностями посадки и неизбежно при питании молоди искусственными кормами.

Таким образом, сеголетки реципрокного гибрида в течение зимовки имели значительно более высокий физиологический статус, чем сеголетки чистой линии калуги, и были более устойчивы к влиянию абиотических факторов в этот весьма сложный для рыб период.

Список литературы

Бяловский Ю.Ю., Глобин В.И., Шустова С.А. Анализ гемограмм, теория и практика (учебное пособие). — Рязань : Медуниверситет, 1999. — 84 с.

Валова В.Н. Характеристика физиологического состояния молоди тихоокеанских лососей при выращивании на искусственных кормах : дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток, 1999. — 172 с.

Висмонт Ф.И., Лемешонок Л.С., Попутников Д.М. Патологический анализ гемограмм и оценка типовых нарушений системы крови (учебно-методическое пособие). — Минск : Белорусский медицинский университет, 2011. — 79 с.

Гарин А.В. Зимовка рыб в бассейнах // Рыболовство и рыбоводство. — 1976. — № 1. — С. 10–11.

Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. Сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб. — М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1983. — 110 с.

Канаев А.И. Новая технология зимовки рыбы : моногр. — М. : Колос, 1976. — 126 с.

Лилли Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия : моногр. — М. : Мир, 1969. — 624 с.

Парфенова И.А., Солдатов А.А. Функциональная морфология циркулирующих эритроцитов бычка-кругляка в условиях экспериментальной гипоксии // Морский экологичный журнал. — 2011. — Т. 10, № 2. — С. 59–67.

Пономарев С.В., Болонина Н.В., Богатырева М.М., Лапухин Ю.А. Выращивание русского осетра в зимний период // Вестн. АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. — 2009. — № 1. — С. 79–81.

Ройт А., Брфстофф Дж., Мейл Д. Иммунология : моногр. — М. : Мир, 2000. — 592 с.

Ромейс Б. Микроскопическая техника : моногр. — М. : Изд-во иностр. лит-ры, 1954. — 712 с.

Факторович К.А. Алиментарные заболевания рыб // Биологические основы рыбоводства: паразиты и болезни рыб. — М. : Наука, 1984. — С. 144–159.

Факторович К.А. О патогенезе липоидной дегенерации печени у радужной форели // Науч.-техн. бюл. ВНИОРХ. — 1959. — Вып. 8. — С. 55–56.

Шиффман Фред Дж. Патология физиология крови : моногр. — М. ; СПб. : Изд-во БИНОМ ; Невский диалект, 2001. — 448 с.

Щелкунов А.М. Биологические, физико-химические и молекулярно-генетические свойства герпесвируса сибирского осетра : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Покров, 2010. — 25 с.

Pohlman I.H. Outogenia und mikropischer Bau der Leber einiger Fische // Arch. Neerland der Zoologie. — 1939. — P. 234.

Поступила в редакцию 25.03.15 г.

* Сборник инструкций ... (1998).