

**ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МУКСУНА  
(*COREGONUS MUKSUN SALMONIDAE*)  
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА  
В УСЛОВИЯХ РЫБОВОДНОГО ЗАВОДА**

© 2020 г. Н. Н. Романова<sup>1,2</sup>, Н. А. Головина<sup>1,2</sup>, П. П. Головин<sup>1,2</sup>,  
Е. В. Ефремова<sup>3</sup>, В. В. Варакина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Филиал по пресноводному рыбному хозяйству Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИИПРХ), п. Рыбное, Московская область, 141821

<sup>2</sup>Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал «Астраханского Государственного Технического Университета»), п. Рыбное, Московская область, 141821

<sup>3</sup>Научно-производственное объединение Собский рыболовный завод, Приуральский район, п.г.т. Харп, 629420

E-mail: vniiprh@vniiprh; lab.ihitopat@mail.ru

Поступила в редакцию 3.06.2020

Представлены гематологические показатели разновозрастных групп муксуна *Coregonus muksun* трех генераций ремонтно-маточного стада на рыболовном заводе по воспроизводству сиговых рыб. Количественные показатели крови варьировали в зависимости от температуры воды, возраста рыб и их физиологического состояния. Выявленные колебания гематологических показателей внутри одной генерации и между генерациями свидетельствуют о гетерогенности формирующегося стада. Наиболее высокие показатели отмечены у муксуна второй и третьей генераций, выращиваемых при температуре воды 14–16°C.

**Ключевые слова:** гематологические показатели, муксун *Coregonus muksun*, ремонтно-маточное стадо, искусственное воспроизводство.

## ВВЕДЕНИЕ

Искусственное воспроизводство ценных видов рыб является одним из важных направлений деятельности Федерального агентства по рыболовству. В связи со снижением численности производителей сиговых рыб в естественных водоемах актуальным становится вопрос о формировании их ремонтно-маточных стад в индустриальных условиях (Богданова, 2010; Костюничев и др., 2012). Это процесс достаточно длительный, требующий постоянного контроля за физиологическим и эпизоотическим состоянием выращиваемых рыб.

В последние годы из-за высокой промысловой нагрузки, не санкционированного

лова и антропогенного загрязнения водоемов бассейна Оби резко снизилась численность сига-муксуна. С 2014 г. введен запрет на вылов этого ценного объекта в водоемах Ямало-Ненецкого, Ханты-Мансийского автономных округов и Томской области и разрешен их отлов только для целей аквакультуры и научных исследований (Кабицкая, 2016).

**Муксун** *Coregonus muksun* Pallas, 1814 — пресноводная рыба из рода сигов подсемейства сиговые семейства лососевые. Обитает в водоемах Приморского края, в реках Сибири, опресненных заливах Северного Ледовитого океана, в озерах на п-ове Таймыр. Наиболее многочисленный вид сиговых рыб в Обь-Иртышском бассейне. Мук-

сун, обитающий на п-ове Ямал, уже внесен в Красную книгу России.

Восстановление популяции этого вида возможно лишь благодаря искусственному воспроизводству и пополнению его численности в естественных водоемах за счет выпуска физиологически полноценной молоди. Некоторые рыболовные заводы по воспроизводству сиговых рыб начали формировать свои ремонтно-маточные стада муксуна.

При формировании ремонтно-маточных стад лежит принцип максимально полного удовлетворения физиологической потребности сиговых рыб, учитывая их высокую требовательность к качеству воды и условиям содержания.

Одним из критериев оценки качества и здоровья выращиваемой рыбы являются гематологические показатели. Кровь лабильно реагирует на изменения в организме, и мониторинг ее показателей может быть объективной оценкой физиологического состояния выращиваемых рыб, что и используют в качестве маркеров при формировании ремонтно-маточного стада (Микодина и др., 2011).

Цель работы — изучение гематологических показателей муксуна при формировании ремонтно-маточного стада в условиях искусственного воспроизводства на рыболовном заводе Ямало-Ненецкого автономного округа.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Гематологические показатели определяли при мониторинге физиологического состояния муксуна в течение двух лет (с января 2018 по декабрь 2019 гг.).

Объектами исследования служили разновозрастные особи (от сеголеток до четырехлеток) трех генераций из формирующего ремонтно-маточного стада на рыболовном заводе по воспроизводству сиговых рыб, расположенном в Ямало-Ненецком автономном округе.

Рыба выращивалась в бассейнах установок замкнутого водообеспечения (УЗВ),

подпитку воды осуществляли из естественного водоисточника (река). Температура воды в течение периода выращивания изменялась от 2 до 16°C, сохраняя ее сезонные колебания в реке. Кормление проводили импортными специализированными комбикормами для лососевых рыб, в соответствии с суточной нормой кормления, начиная с апреля и по октябрь. В зимний период времени рыбу подкармливали 1–2 раза в неделю.

Гематологические исследования выполняли согласно «Методических указаний по проведению гематологического обследования рыб» (Методические указания..., 1999).

Определяли уровень общего белка сыворотки крови, уровень гемоглобина, количества эритроцитов, содержание гемоглобина в эритроците, процент молодых эритроцитов, число лейкоцитов, лейкоцитарную формулу в периферической крови.

Идентификацию форменных элементов крови проводили по общепринятой классификации Н. Т. Ивановой (1983).

Кровь у рыб для анализа отбиралась из хвостовой вены от 10 экз. рыб каждой возрастной группы.

Обследованию подвергали рыбу из 3-х генераций формирующего ремонтно-маточного стада:

1-я генерация — молодь получена в мае 2016 г., гематологический анализ проводили у рыб в возрасте от двухгодовиков до четырехлеток (с 2 до 3+, январь 2018 г. — декабрь 2019 г.);

2-я генерация — молодь получена в мае 2018 г., гематологический анализ проведен в возрасте годовика (1, май 2019 г.);

3-я генерация — молодь получена в мае 2019 г., гематологический анализ проведен в возрасте сеголетка (0+, декабрь 2019 г.).

Статистическую обработку полученных материалов проводили с использованием программного пакета «Microsoft Excel».

## РЕЗУЛЬТАТЫ

При проведении исследований у 3-х генераций формирующего ремонтно-маточ-

ного стада муксуна в условиях рыбоводного завода выявили существенные различия в отдельных показателях крови в период выращивания.

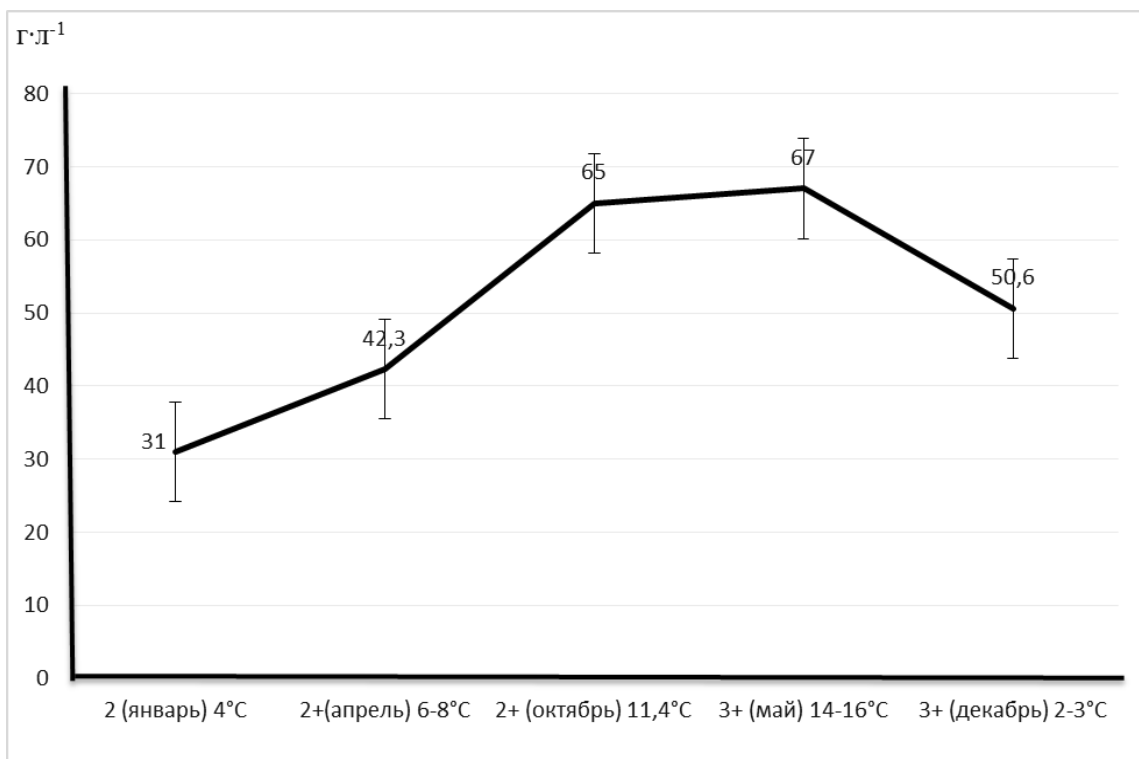
Уровень общего белка сыворотки крови (ОБСК) — показатель отражающей общие обменные процессы в организме, у двухгодовиков муксуна первой генерации при выращивании в условиях низких температур (4–6°C) в январе 2018 г. был минимальным и составлял 31,0 г·л<sup>-1</sup>, затем в апреле с повышением температуры воды и началом активного питания увеличился на 11,3%. В дальнейшем, после периода активного питания, у трехлеток в октябре при температуре воды 11,4°C наблюдали повышение этого показателя еще на 35%. Аналогичную картину отметили и в мае 2019 г. у четырехлеток (рис. 1).

В декабре 2019 г. при снижении температуры воды и низкой активности питания у них произошло снижение уровня ОБСК на 25,5%, но этот показатель оставался на достаточно высоком уровне, что свидетель-

ствует о хорошем физиологическом состоянии рыб первой генерации ремонтно-маточного стада на рыбоводном заводе.

У годовиков второй генерации в мае при температуре воды 14–16°C (таблица) уровень ОБСК составлял 64,0 г·л<sup>-1</sup>, что отражает активность обмена веществ при интенсивном питании рыб.

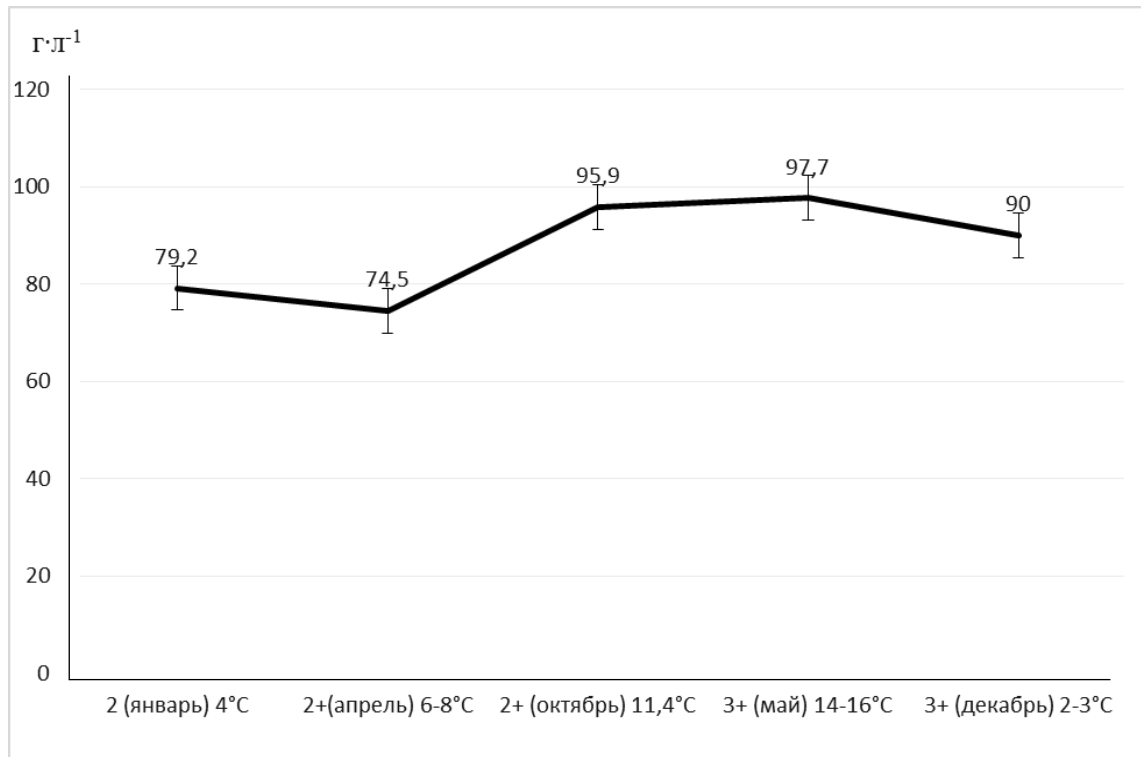
Известно, что у сиговых рыб с возрастом отмечается увеличение концентрации гемоглобина (Сементина, Серпунин, 2009). Эта закономерность выявлена и нами у муксуна первой генерации (рис. 2). В частности, у четырехлеток в мае его значение находилось на 24% выше, чем у трехлеток в апреле, а у трехлеток в октябре на 17,4% выше, чем у двухгодовиков в январе. Так же отмечается зависимость этого показателя от температуры воды и связанной с ней активностью питания. В декабре на четвертом году выращивания наблюдали небольшое снижение этого показателя, что обусловлено снижением активности питания в период низких температур воды (2–3°C).



**Рис. 1.** Динамика уровня общего белка сыворотки крови по мере роста муксуна 1-й генерации (Ось X — возраст рыб, дата, t воды при выращивании).

Таблица. Гематологические показатели различных генераций муксуна при искусственном воспроизводстве

Показатели	Генерации и возраст рыб											
	1-я генерация					2-я генерация					3-я генерация	
	2	2+	2+	2+	2+	3+	3+	3+	3+	3+	1	0+
Дата обследования (год, месяц)	2018 г. январь	2018 г. апрель	2018 г. октябрь	2019 г. май	2019 г. декабрь	2019 г. май	2019 г. декабрь	2019 г. май	2019 г. декабрь	2019 г. май	2019 г. декабрь	2019 г. декабрь
Температура воды, °С	4,0–6,0	6,0–8,0	11,4	14,0–16,0	2,0–3,0	14,0–16,0	2,0–3,0	14,0–16,0	14,0	14,0–16,0	14,0–16,0	14,0
Масса min-мах, г	180,0–450,0	187,0–309,0	262,0–514,0	367,0–648,0	550,0–713,0	367,0–648,0	550,0–713,0	21,0–62,0	6,0–8,0	21,0–62,0	21,0–62,0	6,0–8,0
Белок, г·л <sup>-1</sup>	31,0±4,0	42,3±3,0	65,0±4,0	67,0±6,0	50,6±6,4	65,0±4,0	50,6±6,4	64,0±0,6	–	64,0±0,6	64,0±0,6	–
Гемоглобин, г·л <sup>-1</sup>	79,2±4,3	74,5±3,6	95,9±10,0	97,7±9,3	90,0±8,9	95,9±10,0	97,7±9,3	86,6±9,7	81,1±12,2	86,6±9,7	86,6±9,7	81,1±12,2
Эритроциты, Г·л <sup>-1</sup>	0,722±0,05	0,458±0,02	0,409±0,02	0,894±0,06	0,672±0,08	0,409±0,02	0,894±0,06	0,828±0,14	0,644±0,08	0,828±0,14	0,828±0,14	0,644±0,08
Содержание гемоглобина в эритроците (СГЭ), пг	111,6±5,7	154,1±10,1	234,5±28,8	109,0±23,6	151,5±15,9	234,5±28,8	109,0±23,6	105,0±18,1	126,2±15,1	105,0±18,1	105,0±18,1	126,2±15,1
Всего молодых эритроцитов, %, том числе:	5,3±1,0	2,6±0,6	5,2±0,6	8,9±1,2	1,38±0,9	5,2±0,6	8,9±1,2	17,8±4,1	5,33±2,9	17,8±4,1	17,8±4,1	5,33±2,9
- эритробласты+нормобласты	0	0	0	0,02	0,01	0	0,02	0,3	0	0,3	0,3	0
- базофильные эритроциты	0,3±0,1	0,3±0,1	0,6±0,1	1,1±0,2	0,03	0,3±0,1	1,1±0,2	4,1±1,6	0,06	4,1±1,6	4,1±1,6	0,06
- полихроматофильные эритроциты	5,0±0,9	2,1±0,5	4,6±0,5	7,8±1,0	1,35±0,9	5,0±0,9	7,8±1,0	13,4±3,5	5,28±2,8	13,4±3,5	13,4±3,5	5,28±2,8
Лейкоциты, Г·л <sup>-1</sup>	10,6±3,3	4,83±1,7	6,3±1,8	8,2±5,1	14,2±8,3	10,6±3,3	8,2±5,1	22,8±6,7	22,16±15,1	22,8±6,7	22,8±6,7	22,16±15,1
Нейтрофилы, %	11,3±3,2	2,8±0,6	8,4±3,3	2,8±0,9	7,80±3,0	11,3±3,2	2,8±0,9	3,1±2,1	9,37±8,0	3,1±2,1	3,1±2,1	9,37±8,0
Моноциты, %	3,0±1,5	2,4±0,9	3,0±1,3	1,8±0,4	3,20±2,8	3,0±1,5	1,8±0,4	1,3±0,9	2,4±1,5	1,3±0,9	1,3±0,9	2,4±1,5
Лимфоциты, %	85,6±3,2	94,8±1,1	88,7±4,3	95,4±1,1	89,0±3,4	85,6±3,2	95,4±1,1	95,3±2,8	88,3±8,2	95,3±2,8	95,3±2,8	88,3±8,2



**Рис. 2.** Динамика гемоглобина по мере роста муксуна 1-й генерации (обозначение оси X см на рис. 1).

У рыб младших возрастных групп второй и третьей генераций (в мае и декабре 2019 г.), выращиваемых при температуре 14–16 °С, гемоглобин был достаточно высоким (соответственно 81,1 и 86,6 г·л<sup>-1</sup>), но при этом отмечен большой разброс значений показателя в группах и различия оказались не достоверными при сравнении их с рыбой 1-й генерации первого и второго года выращивания (таблица).

У муксуна первой генерации на фоне постепенного увеличения уровня гемоглобина отмечены значительные колебания числа эритроцитов у различных возрастных групп (рис. 3). У двухлеток (в январе 2018 г.) этот показатель находился в пределах 0,722 Т·л<sup>-1</sup>, в дальнейшем наблюдали его снижение на 36,8% у трехлеток в апреле, в октябре он еще понизился, и только у четырехлеток (в мае 2019 г.) отмечено увеличение этого показателя в 2 раза, а затем вновь его снижение на 25% в декабре.

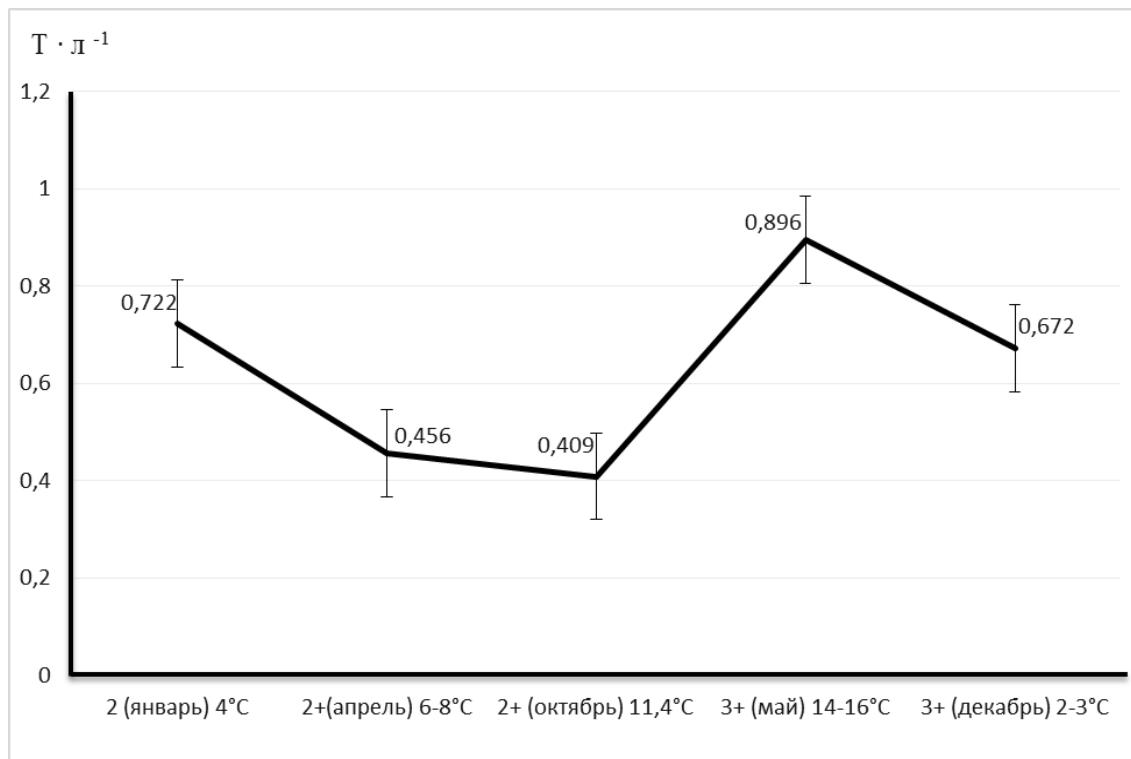
Наиболее высокое количество эритроцитов в крови отмечали в мае 2019 г. у че-

тырехлеток первой генерации и у годовиков второй генерации (таблица), в период активного питания.

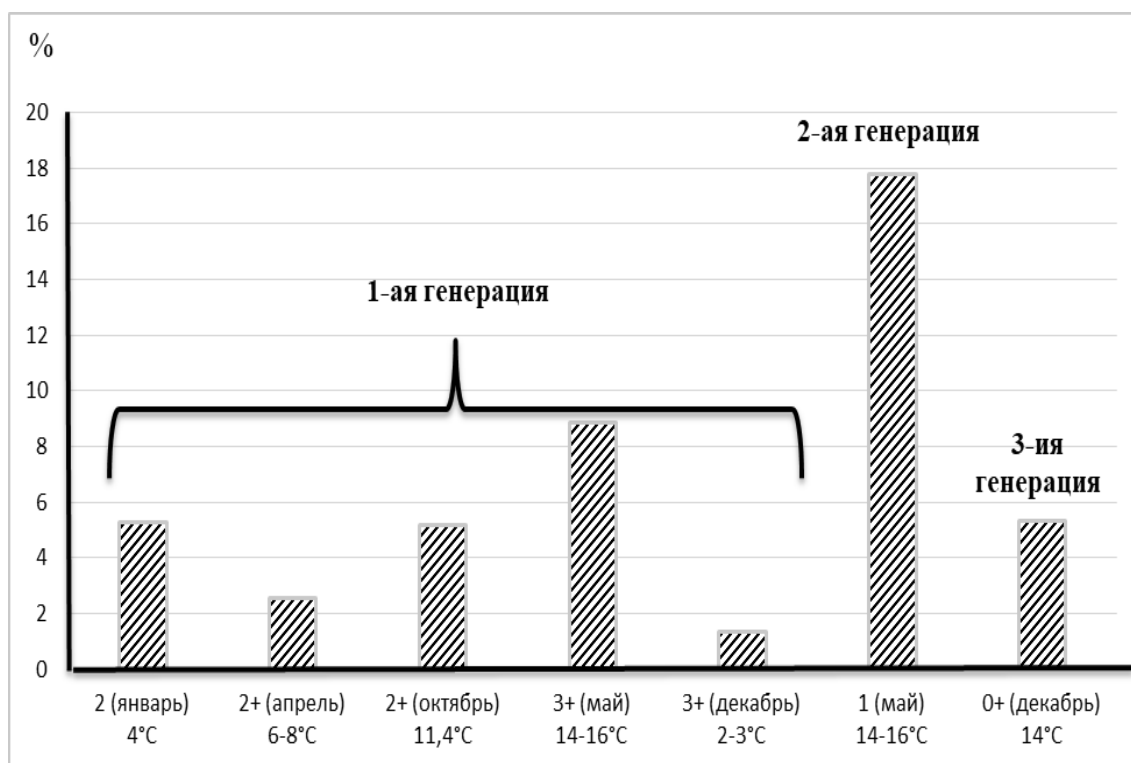
При значительном снижении числа эритроцитов в крови муксуна у трехлеток в апреле и в октябре 2018 г., выявлена достаточно высокая их оснащенность гемоглобином (СГЭ), которая составляла, соответственно 154,1 и 234,5 г л (таблица), что, вероятно, являлось компенсаторной реакцией организма, и способствовало сохранению общего содержания гемоглобина на высоком уровне.

Активность эритропоэза оценивается количеством молодых эритроцитов в крови рыб. Она зависит от температуры воды и активности питания, что мы и наблюдали в мае у рыб первой и второй генерации (рис. 4). Минимальный за весь период исследования уровень эритропоэза был отмечен у четырехлеток в декабре, что в 6,5 раз ниже, чем в мае.

У рыб третьей генерации в возрасте сеголеток в зимней период (декабрь) в 3 раза



**Рис. 3.** Динамика числа эритроцитов крови по мере роста муксуна 1-й генерации (обозначение оси X см на рис.1).



**Рис. 4.** Уровень эритропоэза у муксуна в период исследования (обозначение оси X см на рис. 1).

ниже уровень эритропоеза, чем у годовиков второй генерации в мае.

При анализе лейкоцитарной картины выявлена высокая вариабельность показателей, часто ошибки более 50% от средней величины.

Практически при всех проведенных обследованиях в группах выделялись особи с низкими значениями общего числа лейкоцитов (ниже среднегруппового) и рыбы со среднегрупповым или выше значением.

Разброс по данному показателю свидетельствует о гетерогенности особей из одной группы и различном уровне их резистентности. Так у 50% четырехлеток первой генерации в мае было понижено число лейкоцитов в пределах от 1,5 до 10,4 г·л<sup>-1</sup> и в декабре у 62,5% — от 0,5 до 9,0 г·л<sup>-1</sup>. У рыб второй и третьей генерации число рыб с более низким значением этого показателя составляло 50% и 22% соответственно. Вероятно, это увеличение связано с выращиванием рыб этих генераций при температуре воды 14–16°С и более высокой активностью

питания, что привело и к повышению их неспецифической резистентности.

Лейкоцитарный состав у всех возрастных групп рыб был представлен лимфоцитами, нейтрофилами и моноцитами. В лейкоцитарной формуле доля различных групп лейкоцитов колебалась. Процент лимфоцитов составлял от 85 до 95, нейтрофилов от 2,8 до 11,3, моноцитов — от 1,3 до 3,2, что соответствует показателям крови сиговых рыб (Лугаськина, 2003; Королева, 2016).

Пересчет лейкоцитарной формулы в абсолютные значения показал, что наиболее высокие значения лимфоцитов, нейтрофилов и моноцитов отмечены так же у рыб второй и третьей генераций (рис. 5).

Выявлено увеличения числа нейтрофилов в зимний период. Это хорошо просматривается у рыб первой генерации, когда у двухгодовиков в январе этот показатель составлял 1198 шт./л<sup>-1</sup>, а трехлеток в апреле был ниже практически в 9 раз (135 шт./л<sup>-1</sup>).

Нейтрофилы были представлены на всех стадиях зрелости: миелоциты, метамие-

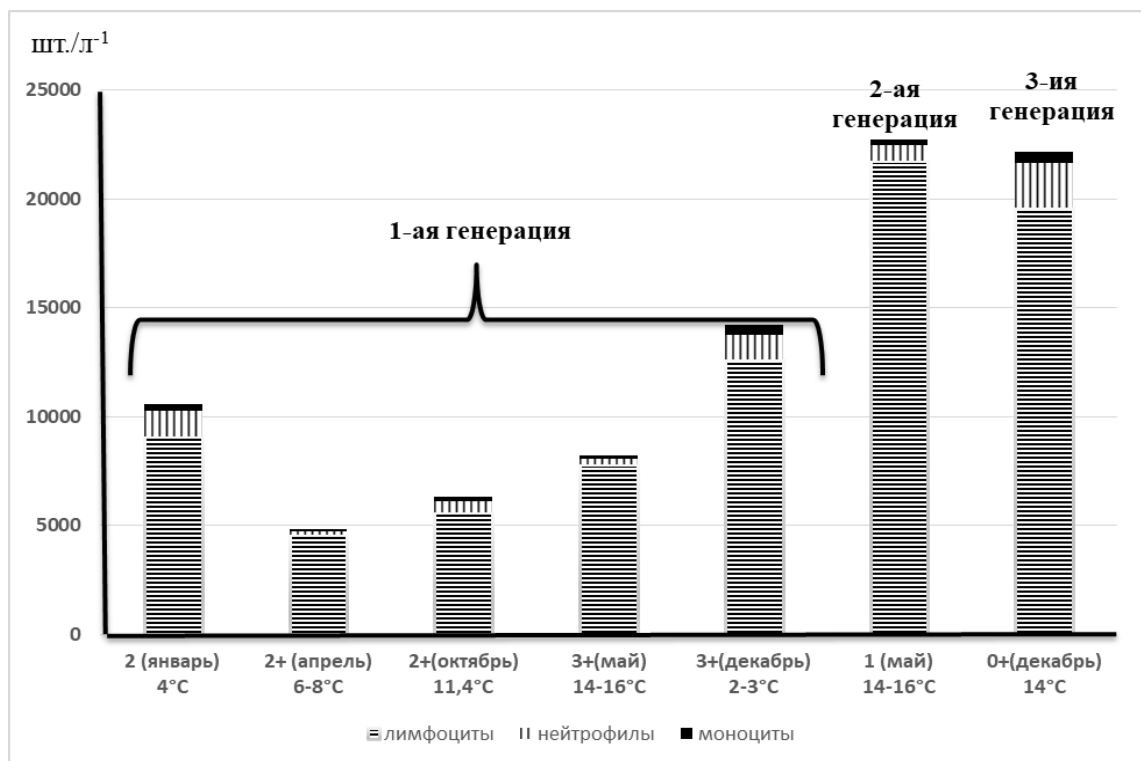


Рис. 5. Количество разных групп лейкоцитов в крови муксуна (обозначение оси X см на рис. 1).

лоциты, палочкоядерные и сегментоядерные. При этом доля палочкоядерных клеток преобладала над сегментоядерными нейтрофилами, и составляла от 35 до 64% и практически во всех группах рыб.

Морфология клеток крови муксуна не имела выраженных патологических изменений. В единичных случаях встречался анизоцитоз (разноразмерность клеток) и гемолиз эритроцитов. В тоже время в цитоплазме эритроцитов выявлены крупные и мелкие включения.

В большей степени встречались мелкие включения, которые присутствовали практически у всех возрастных групп муксуна (за исключением четырехлеток в мае первой генерации и годовиков второй генерации) при обнаружении их у 10–100% рыб с поражением от 20 до 80% эритроцитов, крупные включения отмечены у 10–22% рыб при поражении 0,1–0,3% эритроцитов.

Идентификация включений устанавливается при электронно-микроскопических исследованиях. В настоящее время их обнаруживают у производителей и молоди различных видов лососеобразных как в естественных водоемах, так и при выращивании на рыбзаводах. Некоторые исследователи связывают их появление с мягко протекающими вирусными заболеваниями — вирусным некрозом эритроцитов (ВНЭ, *Viral erythrocytic necrosis*) и синдромом эритроцитарных телец включений (СЭТВ, *Erythrocytic inclusion body syndrome*), встречающимися у многих лососевых рыб (Рудакова, 2002; Головин и др., 2007а; Головин и др., 2007б).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Одним из главных путей увеличения численности муксуна в естественных водоемах является его искусственное воспроизводство на рыбоводных заводах. При этом решается проблема формирования заводских ремонтно-маточных стад. В этом случае контроль за здоровьем рыб является неотъемлемой частью технологического процесса.

Гематологические показатели объективно отражают физиологическое состояние организма рыб и могут быть использованы в качестве биомаркеров, характеризующих их адаптивные возможности и насколько условия выращивания являются оптимальными.

Существует мнение, что картина крови рыб естественных популяций служит эталонным показателем физиологической полноценности, и ее следует использовать для сравнительной оценки физиологического состояния выращиваемой рыбы (Валова, 1999; Лугаськова, 2003; Сергеенко, 2007; Королева, 2016).

В тоже время накоплен большой материал, свидетельствующий, что технология искусственного воспроизводства оказывает заметное влияние на морфофизиологические показатели. В практическом рыбоводстве не достаточно учитывается негативное влияние ряда биотических и абиотических факторов среды, в том числе используемых кормов, что сказывается на физиологическом состоянии выращиваемой рыбы и формировании у нее адаптивных механизмов. Предлагается ввести, наряду с «физиологической нормой», понятие «технологическая норма», дополняющая размерно-возрастной стандарт и привязанная к технологии выращивания рыбы (Головина, 1996; Головин и др., 2007а; Князева и др., 2007, Серпунин, 2010).

В связи с выше изложенным изучение гематологических параметров у объектов искусственного воспроизводства и их применение при формировании ремонтно-маточных стад, для совершенствования биотехнологии — необходимо, своевременны и актуальны.

Известно, что основными факторами, определяющими морфофизиологическую характеристику крови, является температура воды, активность питания и возраст рыб (Головина, 1996; Сергеенко, 2007).

Увеличение содержания ОБСК с возрастом наблюдали у рыб первой генерации. При этом четко просматривается его зависимость от активности обменных процессов. В период низких температур,



когда четырехлетки практически не питались, наблюдали снижение показателя на 35,1% по сравнению с активно питающимися рыбами в мае.

С увеличением возраста у рыб наблюдали повышение уровня гемоглобина (с 79,2 до 97,7 г·л<sup>-1</sup>), что в целом соответствует общим закономерностям. Выявленные колебания этого показателя у муксуна разных генераций, указывает на гетерогенность формирующегося стада и его способность адаптироваться к факторам среды.

У годовиков из второй и сеголеток третьей генераций, гемоглобин был выше (81,1–86,6 г·л<sup>-1</sup>), чем у двухлеток и двухгодовиков первой генерации (74,5–79,2 г·л<sup>-1</sup>), что может свидетельствовать о том, что условия выращивания рыб при повышенной температуре воды (14°C) более благоприятны, чем при температуре воды от 2 до 4°C, особенно на первом и втором году.

Общепризнано, что гемоглобин, обеспечивая организм кислородом, поддерживает интенсивность обмена веществ, и создает благоприятные возможности для адаптации к неблагоприятным факторам и выживания (Королева, 2016).

В наших исследованиях у сеголеток муксуна были получены немного другие значения красной крови, чем у Л. М. Князевой с соавторами, обследующих сеголеток муксуна в бассейновом индустриальном хозяйстве (Князева и др., 2007). В нашем случае уровень гемоглобина был выше, а количество эритроцитов, наоборот, имело более низкие значения, но при этом достаточно высокое оснащение эритроцитов гемоглобином. Следовательно, увеличение уровня гемоглобина при снижении количества эритроцитов, но при этом высокой оснащенности их дыхательным пигментом можно связать с адаптационной реакцией организма к условиям содержания.

В течение первых трех лет выращивания рыб первой генерации наблюдали, что при снижении числа эритроцитов уровень гемоглобина оставался достаточно высоким, а, следовательно, его содержания в эритро-

цитах увеличивалось, что являлось компенсаторной реакцией организма на снижение числа эритроцитов, и не привело к возникновению анемии. Эритроцитарный состав крови у рыб первой генерации был представлен на 92–98% зрелыми (дефинитивными) эритроцитами, увеличение количества молодых форм эритроцитов (активность эритропоэза) отмечали в период интенсивного питания рыб, следовательно, активности процессов метаболизма, которые требуют усиление процесса кроветворения. Аналогичную картину наблюдали и у годовиков второй генерации в период активного питания.

У обследованных разновозрастных групп муксуна всех трех генераций значительно различается лейкоцитарная картина, что характеризует с одной стороны высокую гетерогенность ремонтно-маточного стада и разнокачественность физиологического состояния особей, а с другой, отражает высокую зависимость рыб от температуры воды и ее способность адаптироваться к изменяющимся параметрам среды. Общее число лейкоцитов в крови рыб первой генерации в течение двухлетнего периода наблюдения изменялось, но закономерностей колебания этого показателя не выявлено.

У рыб второй и третьей генераций общее число лейкоцитов было практически в два раза выше, что связано с выращиванием рыбы при более высокой температуре и активности питания.

Известно, что лейкоцитарная картина крови рыб находится под контролем гипоталамо-гипофизарной нейросекреторной системы и зависит от ее активности (Swift, Pickford, 1965). Регуляция лейкопоэза и численности лейкоцитов чрезвычайно сложна и обусловлена многими причинами (Горизонтов и др., 1983).

На рыбноводном предприятии, например, интенсивностью питания и другими технологическими факторами. Однако выявленные нами закономерности позволяют предполагать, что гормоны и температура являются основными факторами, определяющими количество и состав лейкоцитов, а следовательно, и резистентность рыб.

В наших исследованиях у муксуна отмечено увеличение нейтрофилов в зимний период при низкой активности питания (1–2 раза в неделю) на фоне снижения доли лимфоцитов. При этом доля сегментоядерных нейтрофилов, определяющих клеточный фагоцитоз и резко возрастающих при воспалительных процессах незначительна, что может свидетельствовать об эпизоотическом благополучии выращиваемой рыбы.

Моноциты находились в пределах 1,3–3,2%, что в целом является характерным для рыб.

При этом следует подчеркнуть, что лейкоцитарный состав крови по вариабельности среднегрупповых значений указывает на гетерогенность выращиваемого стада, особенно значимое в первые годы выращивания.

Проведенные исследования показали, что наиболее высокие показатели содержания общего белка в сыворотке крови, уровень гемоглобина, количество эритроцитов и лейкоцитов были у рыб второй и третьей генерации, выращиваемых в условиях стабильной температуры воды в пределах 14–16°C. Следовательно, можно заключить, что более высокая температура воды является определяющим фактором для получения физиологически полноценной молоди.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые проведена мониторинговая оценка физиологического состояния разновозрастных групп из формирующегося ремонтно-маточного стада муксуна в условиях рыбоводного завода с оборотным водообменом. Она позволила выявить особенности реакции крови у выращиваемых рыб трех генераций.

Гемограмма молоди муксуна характеризовалась высокими количественными показателями ОБСК, гемоглобина и содержания гемоглобина в эритроцитах. В крови выявлены основные клеточные элементы: эритроциты на всех стадиях развития, лимфоциты, моноциты, нейтрофилы на стадиях

миелоцита, метамиелоцита, палочкоядерные и сегментоядерные формы.

Выявлено, что для оптимального роста и развития муксуна определяющим фактором является температура воды. Подращивание молоди при температуре воды 14–16°C и связанное с этим интенсивное кормление рыбы значительно улучшает гематологические показатели, которые у рыб второй и третьей генераций были значительно выше, чем у молоди первой генерации.

Практическая значимость исследований заключается в возможности последующего использования гематологических показателей как маркеров оценки физиологического состояния муксуна при формировании ремонтно-маточных стад на рыбоводных заводах по воспроизводству и отработки для них технологической нормы морфофизиологических показателей применительно к данной технологии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Богданова В. А.* Качество производителей сиговых рыб индустриальных маточных стад // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб. Тезисы докладов Международной конференции. СПб.: Нестор-История, 2010. С. 25–27.

*Валова В. Н.* Проблема качественной оценки заводских популяций тихоокеанских лососей // Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей, 4–8 октября 1999 г. Хабаровск, 1999. С. 107–110.

*Головина Н. А.* Морфологическая характеристика крови рыб — объектов аквакультуры: Диссертация доктора биол. наук. М., 1996. 228 с.

*Головин П. П., Головина Н. А., Романова Н. Н., Извергина Е. Е.* Сравнительная характеристика гематологических показателей молоди кеты от естественного нереста и при ее получении и подращивании на лососевых рыбоводных заводах Магаданской области // Мат-лы 2-й межд. конф.: Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья

рыб и других гидробионтов, пос. Борок Ярославской обл. 17–21 июля 2007 г. 2007 а. С. 140–143.

Головин П.П., Головина Н.А., Романова Н.Н., Юдина Н.А. Морфологическая характеристика производителей сига-пыжьяна в преднерестовый период в реке Кета-Ирбэ (Норило-Пясинская система озера) // *Ibid.*, 2007б. С. 144–147.

Горизонтов П.Д., Белоусова О.И., Федотова М.И. Стресс и система крови. М.: Медицина, 1983. 240 с.

Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. М.: Легкая и пищ. пром-ть, 1983. 184 с.

Кабицкая Я.А. Современные подходы к изучению популяции муксуна Обь-Иртышского рыбохозяйственного района / Я.А. Кабицкая, Т.А. Коновалова, Е.Г. Бойко.— Текст: непосредственный, электронный // Молодой ученый. 2016. № 6.5 (110.5). С. 73–78. URL: <https://moluch.ru/archive/110/27440/> (дата обращения: 08.04.2020).

Князева Л.М., Шумилина А.К., Костюничев В.В., Остроумова И.Н. Биологические особенности молоди сиговых и форели в условиях индустриального выращивания // Научные тетради. СПб: Изд. ФГНУ «ГосНИОРХ», 2007. 56 с.

Королева И.М. Гематологические показатели сига обыкновенного *Coregonus lavaretus* в водоемах Кольского севера // Труды ВНИРО. 2016. Т. 162. С. 36–45.

Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К. Методические рекомендации по выращиванию и формированию ремонтно-маточных стад сиговых рыб (пелядь, чир, муксун) в индустриальных условиях на искусственных кормах // Сборник методических рекомендаций по индустриальному выращиванию сиговых рыб для целей воспроизводства и товарной аквакультуры / Под общей ред. канд. биол. наук А.К. Шумилиной. СПб, 2012. С. 103–131.

Лугаськова Н.В. Эколого-физиологические особенности крови сиговых рыб в период нагула в субарктической зоне бассейна реки Оби // *Вопр. ихтиологии*. 2003. Т. 43. № 6. С. 835–841.

Методические указания по проведению гематологического обследования рыб, утвержденные Департаментом ветеринарии от 2 февраля 1999 г. № 13–4–2/1487 // Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Ч. 2. Москва. Отдел маркетинга АМБ-агро, 1999. С. 69–97.

Микодина Е.В. Биохимические маркеры рыб: справочник / Е.В. Микодина, Т.И. Лаптева, А.Е. Микулин, М.А. Седова, Е.В. Ганжа, Е.Д. Павлов, А.И. Манухов. М.: Изд-во ВНИРО, 2011. 148 с.

Рудакова С.Л. Изменение экстенсивности поражения эритроцитов VEN-подобными включениями у заводских сеголеток кеты *Oncorhynchus keta* в процессе выращивания // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. 2002. Вып. 6. С. 314–317.

Сергеенко Т.М. Морфофизиологическая характеристика молоди кеты при ее воспроизводстве на лососевых рыболовных заводах Сахалина: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Южно-Сахалинск, 2007. 25 с.

Серпунин Г.Г. Гематологические показатели адаптаций рыб. Калининград: Изд-во ФГЦУ ВПО «КГТУ», 2010. 460 с.

Сементина Е.В., Серпунин Г.Г. Гематологические показатели сига (*Coregonus lavaretus* L.) озера Виштынецкого в период нереста // Труды IX международной научной конференции «Инновации в науке и образовании – 2011». Калининград: Изд-во КГТУ, 2011. Ч. 1. С. 51–53.

Swift D.K., Pickford G.E. Seasonal variations in the hormone content of the titulary gland of the perch, *Perca fluviatilis* L. // *Gen. and Compar. Endocrinol.* 1965. V. 5. № 3. P. 354–365.

**HEMATOLOGICAL INDICES OF (*COREGONUS MUKSUN SALMONIDAE*)  
AT FORMING REHABILITATION BROODSTOCK UNDER CONDITIONS  
OF AN INDUSTRIAL FISH PLANT**

© 2020 y. N. N. Romanova, N. A. Golovina, P. P. Golovin, E. V. Efremova, V. V. Varaxina

<sup>1</sup>*Branch on Freshwater Fisheries Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Moscow (VNIIPRKh), p. Rybnoe, Moscow area, 141821*

<sup>2</sup>*Dmitrov Fish Industry Technological Institute (branch FSBEI HE «Astrakhan State Technical  
University»), p. Rybnoe, Moscow area, 141821*

<sup>3</sup>*Scientific-productional society Sobsky fish farming plant, 629420, Yamalo-Nenecki autonomous region,  
Priuralski rayon., p.g.t. Harp, 629420*

Hematological indices have been provided for different-aged *Coregonus muksun* groups of three rehabilitation broodstock generations at a fish plant on sig fish species reproduction. The quantity blood indices fluctuated depending on water temperature, fish age and their physiological state. The fluctuations of hematological indices, revealed inside a generation and one-aged ones between generations, testify to heterogeneity of a fish stock formed. The highest indices have been noted in muksun of the second and the third generations reared between 14 and 16°C water temperature.

*Key words:* hematological indices, muksun, *Coregonus muksun*, rehabilitation broodstock, artificial reproduction.