

Коллектив авторов

Сборник научных статей по итогам работы  
Межвузовский международный  
конгресс

**ВЫСШАЯ ШКОЛА:  
НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Москва, 2021

УДК 330  
ББК 65  
В42



**Высшая школа: научные исследования.** Материалы  
Межвузовский международный конгресс (г. Москва, 30 сентября  
2021 г.). – Москва: Издательство Инфинити, 2021. – 112 с.

В42

**ISBN 978-5-905695-53-7**

Сборник составлен по итогам работы Межвузовского научного конгресса. Включает в себя доклады российских и зарубежных представителей высшей научной школы, в которых рассматриваются современные научные тенденции, новые научные и прикладные решения в различных областях науки, практика применения результатов научных разработок. Служит инструментом обмена опыта научных работников, апробации исследований путем их публичного обсуждения.

Предназначено для научных работников, профессорско-преподавательского состава, соискателей ученой степени и студентов вузов.

УДК 330  
ББК 65

© Издательство Инфинити, 2021  
© Коллектив авторов, 2021

## **ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ КОРМОВ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СЕГОЛЕТОК АМУРСКИХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ**

**Валова Вера Николаевна**

*кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник  
Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского  
института рыбного хозяйства и океанографии*

***Аннотация.** В ходе исследований получены данные о влиянии состава комбикормов на физиологическое состояние сеголеток амурского осетра и калуги при кормлении искусственными кормами в заводских условиях.*

***Ключевые слова:** амурский осетр, калуга, искусственные корма, гематологический анализ, гистологический анализ, пищеварительная система, кроветворение.*

Оптимальные условия водной среды создают предпосылки для реализации потенциальных возможностей роста, в то время как основным фактором роста у рыб является питание. В природе существуют сложные пищевые отношения между потребителем и потребляемым организмом. Приспособляемость рыб к питанию определенными кормами непостоянна и меняется по мере их роста, изменения строения ротовой полости и пищеварительной системы. Смена кормов в онтогенезе позволяет виду в целом осваивать различные корма, при этом у большинства рыб по мере их роста с переходом с одной стадии развития на другую наблюдается расширения спектра питания – увеличение компонентов пищи.

Избирательная способность рыб в отношении кормовых организмов характерна не только для вида в целом (видовая специфичность), но и для отдельных представителей данного вида (индивидуальная специфичность). Большое значение это явление имеет в индустриальном рыбоводстве и, что особенно важно, в искусственном воспроизводстве ценных промысловых видов рыб для восстановления численности естественных популяций. В настоящее время из-за возрастающих масштабов браконьерства основным источником формирования и поддержания запасов осетровых является их заводское воспроизводство. Особо важную роль при этом играет повышение жизнестойкости выращиваемой молоди и снижение процента алиментарных заболеваний наиболее опасных при искусственном выращивании. Однако при этом встала проблема разработки сбалансированных искусственных кормов, особенно это касалось стартовых.

Цель исследований – оценка физиологического состояния сеголеток амурских осетровых рыб при выращивании на искусственных кормах.

Объектом исследования служили сеголетки амурского осетра и калуги при экспериментальном кормлении датским кормом и кормом, изготовленным в Тихоокеанском филиале ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»). Сбор материала проводился на НИРС Лучегорская в летний период времени. Экспериментальный период составил 60 дней. Оценка физиологического состояния сеголеток амурских осетровых рыб проводилась по данным гематологического и гистологического анализов.

Обработка гематологического и гистологического материала проводилась по общепринятым методикам (Иванова, 1983; Лилли, 1969) Гистологические препараты на морфологические исследования окрашивались гематоксилин-эозином по Караччи, мазки крови по Май-Грюнвальду. Исследования мазков крови и гистологических препаратов проводились на цифровой микроскопической системе «Olympus BX-53».

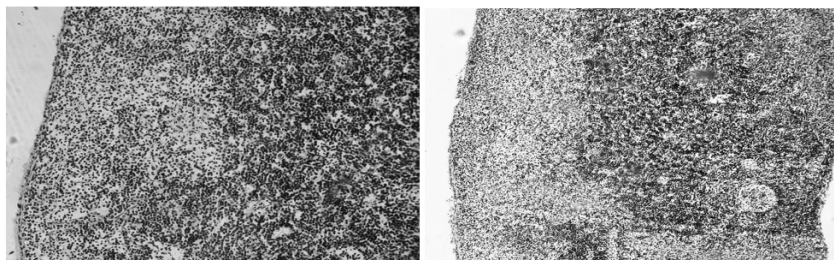
Исследовались следующие гематологические и гистологические показатели: содержание общего гемоглобина в крови, определение общего числа эритроцитов и лейкоцитов, определение лейкоцитарной формулы крови, наличие патоморфологических изменений клеток крови, кроветворных органов и пищеварительной системы. Весь материал статистически обработан с использованием пакета Excel.

#### *Кроветворные органы*

##### *Селезенка*

У сеголеток амурского осетра и калуги в начале эксперимента в селезенке достаточно хорошо различалась красная и белая пульпы (варианты с отечественным кормом). Строма селезенки состояла из ретикулярной ткани, в составе которой у сеголеток калуги преобладали активные ретикулярные клетки (около 74,3%) в отличие от сеголеток амурского осетра (6-6,9%). Количество молодых ретикулярных клеток у сеголеток калуги было сравнительно невелико и составляло примерно 11,5%, у сеголеток амурского осетра их количество было несколько выше – 20,3% (рис. 1). Удельный вес переходных клеток у сеголеток калуги в 1,28 (9,55%) раз превышал таковой у сеголеток амурского осетра (7,4%). Покоящиеся ретикулярные клетки у калуги составили 6,7%, у амурского осетра – 5,5%. У сеголеток амурского осетра количество полустволовых и унипотентных клеток-предшественниц составило 17,5% и 15,2%, у калуги 12,3% и 7,2% соответственно. Среди бластных клеток у мальков калуги и амурского осетра преобладали миелобласты (6,4% и 6,1%), доля же лимфобластов и эритробластов у мальков амурского осетра и калуги практически была одинаковой. В классе созревающих клеток отмечалось значительное количество гранулоцитов, при этом отставание созревания нейтрофилов и их количества от эозинофилов,

при этом нейтрофильные миелоциты и нейтрофильные метамиелоциты составляли не более  $\frac{1}{4}$  от числа всех клеток крови. Необходимо отметить, что дифференцировка эозинофилов в селезенке происходила интенсивней (встречались эозинофильные миелоциты, эозинофильные метамиелоциты, палочкоядерные эозинофилы), среди нейтрофилов обнаруживались только нейтрофильные миелоциты и метамиелоциты. Из дефинитивных клеток наблюдались эритроциты и лимфоциты, количество которых не превышало 20 % от всех клеток крови. Микроокружением развивающихся клеток крови служили ретикулярные клетки в соотношении 1:10 для родоначальных клеток, для бластных клеток 1:6,5; для созревающих 1:5,5; для зрелых 1:3,38.



а

б

**Рисунок 1**—а) Цитоструктура селезенки сеголеток калуги; б) цитоструктура сеголеток амурского осетра (увеличение 20 к)

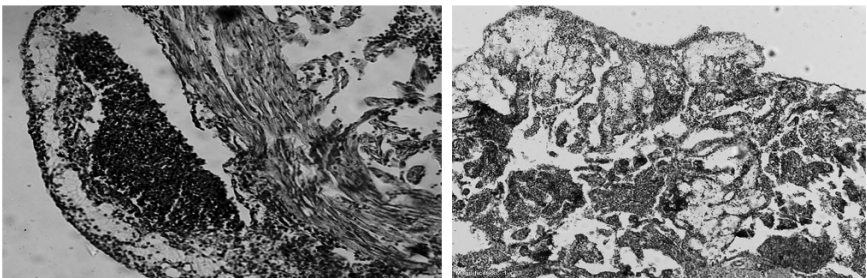
В конце эксперимента у сеголеток калуги среди развивающихся клеток крови также обнаруживались макрофаги и мегакариоциты, при этом в соединительной ткани присутствовали тромбоциты (небольшие скопления). У амурских осетров также отмечалось присутствие макрофагов. В строме селезенки у сеголеток калуги и амурского осетра также наблюдалось присутствие мегакариоцитов – крупных клеток с бледно-голубой цитоплазмой, неровными краями и крупным ядром рыхлой структуры. В качественном составе ретикулярной ткани активные ретикулярные клетки составляли более половины, доля малоактивных ретикулярных клеток оставалась на довольно высоком уровне, покоящиеся и переходные клетки были представлены в незначительном количестве. Доля полустволовых, унипотентных и бластных клеток незначительна. В классе созревающих клеток обнаружено увеличение числа зрелых форм клеток, причем отмечалось увеличение числа гранулоцитов. Число мегакариоцитов незначительно, микроокружение составляли активные и малоактивные ретикулярные клетки.

В строме органа имелось значительное количество кровеносных сосудов заполненных форменными элементами крови, паренхима органа четко разделена на красную и белую пульпы, которые занимали примерно равные площади. Красная пульпа состояла из ретикулярных клеток, ортохромных

эритроцитов и довольно большого количества разрушающихся эритроцитов, нередко среди ретикулярных клеток встречались макрофаги. Белая пульпа окрашивалась более интенсивно и располагалась компактно в виде образований неправильной формы. Основу белой пульпы составляли ретикулярные клетки, стромальные клетки, лимфоциты (малые, средние и большие). Между красной и белой пульпой имелись четкие границы, большая часть ретикулярных клеток представлена активными ретикулярными клетками (около 95,7 % от числа всех ретикулярных клеток). При этом значительно снизился процент полустволовых и унипотентных клеток, число клеток бластного ряда снизилось и лимфобласты и эритробласты имели равные доли. Как у Калуги, так и у амурского осетра доминировали гранулоциты, причем их доля у Калуги была практически равна доле клеток эритропоэтического ряда. Доля ортохромных эритроцитов во много раз превышала количество лимфоцитов, в качестве микроокружения выступали активные ретикулярные клетки. Среди ретикулярных клеток обнаруживались крупные мегакарициты, родоначальники тромбоцитопоэза, среди которых отмечались группы тромбоцитов. Отличий в строении селезенки у мальков калуги и осетра в вариантах с кормами датского и отечественного происхождения не отмечалось. Патоморфологических изменений у сеголеток амурского осетра и калуги в обоих вариантах кормов не обнаружено.

#### *Эпикардальный кроветворный орган*

Эпикардальный орган имеет свою кровеносную сеть, которая имеет в своем составе довольно крупные кровеносные сосуды, ткань которых образывает разрастания ретикулярной ткани. Кроветворная ткань у сеголеток амурского осетра и калуги в виде кружевной гемопоэтической ленты расположена в эпикардальной области сердца (рис. 2). Сама гемопоэтическая лента состоит из отдельных конгломератов различной формы, чаще всего округлой формы. Вся гемопоэтическая ткань сосредоточена в эпикарде и сверху покрыта мезотелием.

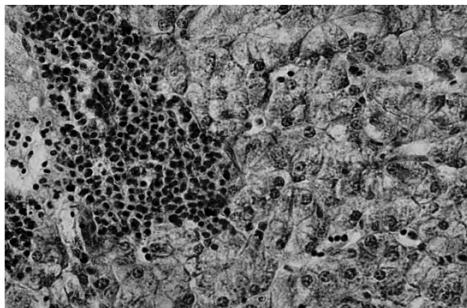


**Рисунок 2** – Цитоструктура эпикардального гемопоэтического органа (увеличение 20 к)

Из ретикулярной ткани превалировали активные ретикулярные клетки около 95,8 % (амурский осетр) и 94,9 % (калуга). Остальные группы ретикулярных клеток представлены незначительными процентными соотношениями. При этом доля клеток бластного ряда не превышала 7 %. В созревающем классе клеток крови в конце эксперимента возрос удельный вес лейкоцитов, и снизилась доля клеток эритропоэтического ряда. Также значительно повысилось число агранулоцитов, которое у калуги составило около 16,5 %. Среди гранулоцитов значительно увеличилась доля созревающих эозинофилов, превосходящая число молодых нейтрофилов в 3-5 раз. Класс зрелых клеток в основном был представлен ортохромными эритроцитами и лимфоцитами, причем число лимфоцитов почти в десятикратном размере превышало долю эритроцитов. У сеголеток амурского осетра и калуги в обоих вариантах кормов отмечена активная миграция клеток крови в капилляры наружной оболочки миокарда, и затем в периферическую кровь. Патоморфологических изменений не обнаружено.

#### *Печень*

В начале эксперимента у мальков калуги и амурского осетра произошло снижение интенсивности гемопоэтического процесса, при этом очаги кроветворения располагались вокруг крупных кровеносных сосудов, причем в значительно уменьшенном размере (рис.3). Ткань печени имела трабекулярное строение, вокруг крупных кровеносных сосудов обнаружены скопления гемопоэтической ткани, занимающие небольшую площадь и состоящие как из ретикулярных, так и развивающихся клеток крови. При этом основная масса ретикулярных клеток была представлена активными ретикулярными клетками (92,80 % – калуга; 96,20 % – амурский осетр). Остальные ретикулярные клетки составляли незначительное процентное соотношение. Необходимо отметить отсутствие родоначальных клеток крови значительное снижение бластных форм, среди которых превалируют миелобласты.



*Рисунок 3 – Очаг кроветворения в печени амурских осетровых рыб (увеличение 20 к)*



Среди созревающих клеток значительная доля принадлежала гранулоцитам, при этом наблюдается снижение доли клеток эритропоэтического ряда. Зрелые клетки представлены в основном ортохромными эритроцитами и лимфоцитами. Среди развивающихся клеток полностью отсутствовали мегакарициты, что свидетельствовало о прекращении тромбоцитопоэза в печени. Гемопоэтические процессы в печени не зависели от состава скормливаемого корма.

*Периферическая кровь*

Исследование периферической крови сеголетков калуги и амурского осетра в эксперименте с кормами показало следующее (табл. 1).

*Таблица 1 – Результаты гематологического анализа сеголетков амурского осетра и калуги при выращивании на сухих гранулированных кормах*

Показатели	Корм тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИПРО»)		Корм «Аллер-Аква»	
	АО	Калуга	АО	Калуга
Общее количество эритроцитов, млн./мкл	0,902±0,05	1,068±0,10	0,55±0,12	0,51±0,08
Юные эритроциты, %	65,60±0,90	63,70±0,50	28,00±0,11	74,90± 0,17
Зрелые эритроциты, %	34,40±0,90	36,30±0,50	72,00±0,09	88,90±0,13
Гемоглобин, г/л	41,80±3,50	55,10±9,10	32,30±0,07	36,0±0,04
МСН (содержание гемоглобина в 1 эритроците), пг	47,30±3,80	58,22±4,70	22,50±0,12	23,80±0,07
Гематокритное число, об. %	11,67±1,90	15,80±1,50	8,65±1,14	12,8±0,45
МСV (объем 1 эритроцита), мкм <sup>3</sup>	220,00±1,00	238,00±1,10	156,00±0,01	148,00±0,07
МСНС (концентрация гемоглобина в 1 эритроците), %	45,35±8,90	36,37±4,90	20,80±0,12	15,90±0,04
СОЭ, мм/час	5,50±1,00	4,50±1,00	6,00±0,11	7,30±0,18
Общее количество лейкоцитов, тыс./мкл	37,30±1,30	39,70±1,80	37,30±1,30	39,70±1,80
Эозинофилы, %	1,80±0,08	1,30±0,03	9,80±0,50	8,90±0,07
ПЯ нейтрофилы, %	3,30±0,01	5,30±0,13	4,90±0,09	4,80±0,12
СЯ нейтрофилы, %	1,40±0,14	2,30±0,02	1,70±0,01	5,20±0,14
Моноциты, %	2,50±0,01	3,20±0,05	3,90±0,11	4,60±0,12
Лимфоциты, %	86,80±0,08	84,20±0,14	74,90±0,11	74,00±0,09
Гемоцитобласты, %	4,20±0,01	3,40±0,04	4,40±0,14	1,80±0,12
Метамиелоциты, %	-	0,30±0,05	0,40±0,11	0,70±0,12
Общее количество тромбоцитов, тыс. /мкл	54,60±0,06	46,10±0,14	47,70±0,12	49,70±0,10

Согласно полученным результатам в начале эксперимента в эритрограмме у сеголетков амурского осетра и калуги преобладали юные формы, что



свидетельствует о развитии патологических процессов в организме рыб. В дальнейшем, несмотря на увеличение общего числа эритроцитов, соотношение юных и зрелых форм эритроцитов сохранялось в обоих вариантах кормов, хотя число юных форм в варианте отечественного комбикорма достаточно заметно снизилось, особенно у амурского осетра.

У сеголеток амурского осетра и калуги в обоих вариантах комбикормов в эритроцитарной картине преобладали юные формы эритроцитов, что свидетельствовало о высоком уровне эритропоэза. У сеголеток амурского осетра и калуги в варианте датского корма в периферической крови отмечалось низкое общее число эритроцитов и очень низкий уровень общего гемоглобина в периферической крови (табл. 1), а также низкие значения гематокритного числа, малый объем эритроцитов, на фоне очень высокого СОЭ (6,00-7,30 мм/час соответственно) и довольно низких значений МСН (содержание гемоглобина в 1 эритроците) и МСНС (концентрация гемоглобина в 1 эритроците). На мазках крови выявлялись патоморфологические изменения красных кровяных клеток такие, как гипо - ортохромазия, кариорексис, вакуолизация цитоплазмы эритроцитов, тени эритроцитов, их гемолиз.

Данные изменения обусловлены, как правило, нарушениями обменных процессов и функций печени. Это подтверждается лейкоцитарной картиной крови: лейкоцитопенией (снижение общего числа лейкоцитов при возрастании доли лимфоцитов), нейтрофилопенией со сдвигом в сторону незрелых форм (практически полное отсутствие сегментоядерных нейтрофилов), моноцитопенией и увеличением числа эозинофилов (признак аллергической реакции). Сходная картина красной и белой крови наблюдалась и у сеголеток амурского осетра. Состояние крови показывало на развитие патологических процессов в организме рыб, что подтвердилось гистологическим анализом печени. У всех исследованных рыб была обнаружена липоидная дегенерация печени средней и тяжелой степени. Таким образом, сеголетки амурского осетра и калуги к концу эксперимента имели неудовлетворительное физиологическое состояние, в отличие от варианта с комбикормом, разработанным и произведенным в Тихоокеанском филиале ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»).

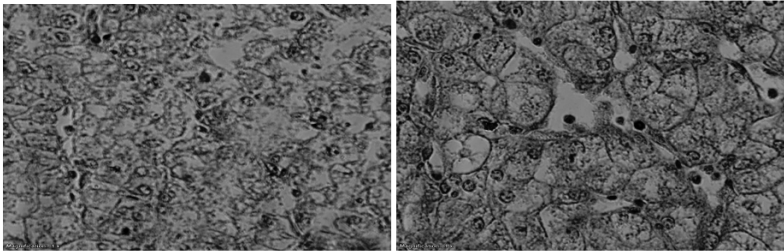
Белая кровь сеголеток амурского осетра и калуги в обоих вариантах комбикормов носила лимфоидный характер. В лейкограмме среди гранулоцитов в варианте датского корма преобладают эозинофилы, а у сеголеток калуги еще и сегментоядерные нейтрофилы. Высокое число фагоцитирующих элементов белой крови (моноцитов) и незрелых форм нейтрофилов (палочкоядерные нейтрофилы) свидетельствует о развитии патологических процессов в организме рыб. Подтверждением этого являются патоморфологические изменения клеток красной крови. Наиболее часто встречаемой патологией у молоди получавшей датский корм были пойкилоцитоз, полихромазия, образование монетных столбиков (агглютинация эритроцитов), адгезия эритро-

цитов, кариорексис, тени ядер.

*Пищеварительная система*

*Печень*

Данные гематологического анализа, свидетельствующие о развитии патологического процесса подтверждаются результатами гистологического исследования. У молоди калуги и амурского осетра, содержащихся на корме датского производства, отмечалось развитие тяжелой степени липоидной дегенерации печени хронической формы (рис.4). Причиной связано с тем, что разработанные для европейских видов осетровых рыб корма фирмы «Аллер - Аква» не соответствуют потребностям амурских осетровых рыб в основных питательных компонентах.

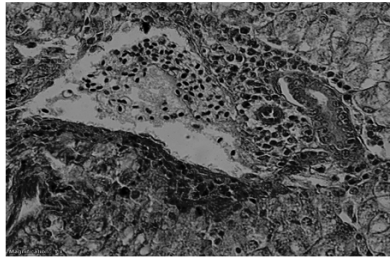


а

б

**Рисунок 4**– Липоидная дегенерация печени: а) тяжелой степени, б) средней степени тяжести (увеличение 20 к)

У сеголеток амурского осетра и калуги, получавших корм производства Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), также отмечалась липоидная дегенерация печени средней и легкой степени тяжести обратимой хронической формы обусловленная погрешностями диеты на начальных этапах активного экзогенного питания (рис. 5).



**Рисунок 5** – Липоидная дегенерация печени легкой степени (увеличение 20 к)

Развитие липоидной дегенерации печени различных степеней тяжести сопровождалось образованием патоморфологических изменений в пищеварительном тракте, в частности, в желудке и кишечнике.



Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы.

1. Сеголетки амурского осетра и калуги получавшие корм производства Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») имели более высокий физиологический статус, чем таковые содержащиеся на корме датского производства («Аллер-Аква»).

2. Использование корма «Аллер-Аква» для выращивания молоди амурских осетров с целью восстановления численности естественных популяций нецелесообразно, поскольку он создан для интенсивного товарное выращивание.

3. Необходима разработка комбикормов полностью отвечающие потребностям амурских осетровых рыб с учетом их видовой принадлежности и характера питания.

### *Список литературы*

- 1. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 184 с.*
- 2. Лилли Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия. - М.: Мир, 1969. - 624с.*