

Гематологические показатели угря при выращивании в УЗВ

Канд. биол. наук, доцент **Е.И. Хрусталеv**;
 доктор биол. наук, профессор **Г.Г. Серпунин**;
 канд. биол. наук, доцент **Л.В. Савина** –
 Калининградский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «КГТУ»)

@chrustaqua@rambler.ru; serpunin@klgtu.ru; savina_liana@mail.ru



Ключевые слова: угорь, УЗВ, гемоглобин, эритроциты, лейкоциты, лейкоцитарная формула, белок, сыворотка крови

В работе показана динамика гематологических показателей угря при выращивании в промышленной УЗВ рыбоводного цеха ООО «ТПК Балтптицепром». Установлен гематологический статус угря, который может быть использован для оценки физиологического состояния и условий индустриального выращивания этого ценного объекта аквакультуры.



HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF EEL WHILE BREEDING IN RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS (RAS)

Khrustal'yov E.I., PhD, Associate Professor, **Serpunin G.G.**, Doctor of Sciences, Professor, **Savina L.V.**, PhD, Associate Professor – Kaliningrad State Technical University, chrustaqua@rambler.ru; serpunin@klgtu.ru; savina_liana@mail.ru

In the article, the dynamics of eel hematological indicators while breeding in recirculating aquaculture system of "ТПК Baltpticeprom" are shown. The hematological status of eel is assessed, what can be used to evaluate the physiological condition of this valuable aquaculture species.

Keywords: broodstock, recirculating aquaculture system (RAS), hemoglobin, erythrocytes, leukocytes, leukocyte formula, blood serum

Глубокая депрессия популяции угря в пределах ареала обитания вынудила принять европейскую декларацию, регулирующую оборот стекловидной личинки этого вида, определяющую каналы направления ее на цели пастбищного нагула и товарного выращивания, регламентирующую вылов половозрелых рыб на начальном этапе нерестовой миграции [1]. Целесообразность принятия декларации может быть прослежена на примере динамики уловов в Вислинском (Калининградском) и Кушском заливах Балтийского моря. Так, в первом, в его российской части, уловы угря с 80-х годов прошлого столетия уменьшились со 120-150 т до 4-5 т, во втором – с середины 70-х годов – со 150 т до нескольких сотен

килограммов. Аналогичная тенденция в уловах угря отмечается в пределах общего ареала вида, охватывающего водные пространства в пределах от 23° до 72° с.ш. [2]. Общемировые уловы угря за последние 50 лет уменьшились с 20 тыс. т до 4 тыс. т (рис. 1). Поэтому логичной стала ориентация на товарное выращивание угря. К 2000 г. общемировой объем выращивания угря превысил 10 тыс. т, но в настоящее время снизился до 7 тыс. т (рис. 2). Возник дефицит продукции угря на потребительском рынке [3].

Дальнейшее развитие угреводства, с учетом изложенного, должно быть сбалансировано по двум направлениям: пастбищному и товарному выращиванию. Преимущество товарного выращивания состоит в быстром, по сравнению с пастбищным нагулом, наращиванием объемов, что в ближайшей перспективе позволит компенсировать дефицит угря на потребительском рынке. Однако, учитывая теплолюбивость угря, реальный рост объемов его выращивания, может быть достигнут в условиях управляемого температурного режима. Поэтому целесообразным является использование в товарном угреводстве, как основном направлении, установок замкнутого водоснабжения (УЗВ).

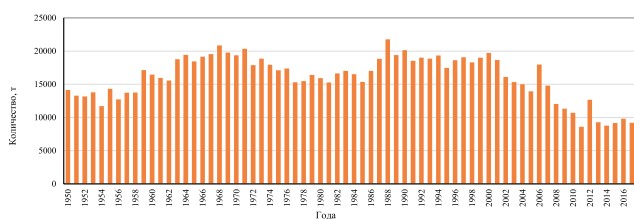


Рисунок 1. Общемировая добыча угря *Anguilla Anguilla* [18]
Figure 1. Global production of *Anguilla Anguilla* eel [18]

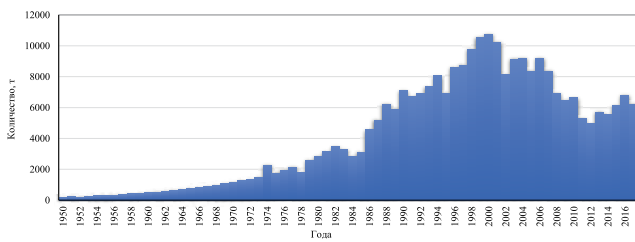


Рисунок 2. Мировая продукция аквакультуры угря *Anguilla anguilla* [18]
Figure 2. Global aquaculture production of *Anguilla anguilla* eel [18]

При этом надо учитывать, что выращивание рыб, в том числе угря, в УЗВ сопровождается воздействием ряда стрессирующих факторов, влияющих на физиологическое состояние рыб. К ним относятся высокие плотности посадки, повышенный уровень экзометаболитов и продуктов их преобразования, частые сортировки и пересадки рыб, а также другие факторы, проявляющиеся в конкретных условиях автономных искусственных экосистем [3-5].

Поэтому целесообразным является постоянный контроль физиологического состояния угря, позволяющий оценить его соответствие определенному статусу, подтверждающий правильность применяемой биотехники [6; 7]. Наиболее достоверную информацию о физиологическом состоянии рыб дает изучение картины крови, поскольку ее изменения являются ответной реакцией организма рыб на воздействие абиотических и биотических факторов. Морфологический анализ крови является одним из точных и объективных методов контроля физиологического состояния организма. В связи с этим, изучение морфологии крови является важным элементом наблюдений за состоянием выращиваемых рыб [7; 8].

В связи с вышеизложенной целью наших исследований, было определено гематологические показатели угря, выращиваемого в УЗВ, которые можно использовать в дальнейшем для контроля за его физиологическим состоянием на разных этапах рыбоводного процесса.

| **Материал и методика** |

Исследования проводили в 2016 г. на базе промышленной УЗВ рыбоводного цеха ООО «ТПК Балтптицепром». Для анализа крови использовали европейского угря (рис. 3), выращиваемого в УЗВ 13, 15 и 19 месяцев (кровь брали соответственно в апреле, июне и октябре). Исходным посадочным материалом для выращивания служила стекловидная личинка европейского угря, завезенная в марте 2015 г. и размещенная в бассейнах промышленного УЗВ. В состав УЗВ входили шесть бассейнов размером 3,5x2,2x1,2 м, уровень воды менялся от 0,5 до 0,7 метров. Водообмен составлял 1 раз/ч.

В течение всего периода выращивания угря температура воды была 25-26°C, концентрация растворенного в воде кислорода 8-11 мг/л, рН 6,9 – 7,4, концентрация нитритов не превышала допустимые значения (0,2-0,3 мг/л). В целом условия среды соответствовали требованиям, предъявляемым к качеству воды в рециркуляционных системах [3; 9].

Кормили угря в период выращивания кормом Aller trident, в соответствии с принятой системой нормирования корма.

Кровь для исследований брали из хвостового гемального канала прижизненно с помощью шприца, сразу после вылова рыбы из бассейнов. Гематологические показатели определяли по общепринятым методикам: концентрацию гемоглобина – гемиглобинцианидным методом на спектромоме; концентрацию эритроцитов – пробирочным методом с использованием консервирующего раствора; общий белок в сыворотке крови – рефрактометрическим; концентрацию лейкоцитов – косвенным методом на мазке крови, относительно 500 эритроцитов, содержание гемоглобина в эритроците (СГЭ) – расчетным методом. Лейкоцитарную формулу определяли по классификации Н.Т. Ивановой [10].

| **Результаты** |

При проведении рыбоводных исследований в диагностических целях применяют тесты, характеризующие красную кровь (концентрация гемоглобина, эритроцитов и др.). Концентрация гемоглобина является индикатором, меняющимся

Таблица 1. Гематологические показатели угря, выращенного в УЗВ/
Table 1. Hematological parameters of eel grown in RAS

Параметры	Даты		
	08.04.2016	07.06.2016	10.10.2016
Концентрация гемоглобина, г.л ⁻¹	83,4±6,8 ¹	108,8±4,1*	89,6±4,0 ^{1*}
Концентрация эритроцитов, Т.л ⁻¹	1,23±0,14	1,32±0,06	1,46±0,07
СГЭ, пг	69,6±5,1	84,0±5,6*	61,6±2,5*
Концентрация лейкоцитов, Г.л ⁻¹	41,82±4,58	48,16±3,84	36,25±5,56
ОБС, г.л ⁻¹	37,66±2,71 ²	53,65±2,95 ²	53,54±3,10 ²
Количество рыб, шт.	5	8	5

¹ – различия достоверны при p < 0,01 между рыбами в апреле и октябре; * – различия достоверны при p < 0,01 между рыбами в июне и октябре; ² – различия достоверны при p < 0,01 между рыбами в апреле и июне и в апреле и октябре

на различных этапах полового цикла и при разных условиях выращивания [7; 11].

Гематологические показатели угря из УЗВ представлены в *таблице 1*. У рыб средней массой 79,3±5,6 г концентрация гемоглобина составляла 83,4 ±8,7 г/л⁻¹. Угри, набравшие к июню массу 187,3±15,5 г, имели достоверно большую концентрацию гемоглобина, в сравнении с рыбами в апреле и октябре. Она достигла максимального уровня и составила 108,8±4,1 г/л⁻¹. У рыб к октябрю масса заметно увеличилась до 323,1±10,5 г, а концентрация гемоглобина существенно снизилась и составила 89,6±4,0 г/л⁻¹.

Концентрация гемоглобина в крови угря, выращиваемого в УЗВ, в целом, была достаточно высокой. Так, по данным Н.Д. Зайцевой [12] концентрация гемоглобина в крови угря, выловленного в Куршском заливе Балтийского моря, составляла 116 г/л⁻¹. В более южных водоемах, в частности у рыб из естественных популяций водоемов Северной Африки, угорь массой 45-93 г и длиной 32-35 см имел концентрацию гемоглобина от 60 до 156 г/л⁻¹, угорь из Адриатического моря массой от 15 до 75 г имел концентрацию гемоглобина от 96 до 127 г/л⁻¹ [12-14]. Концентрация гемоглобина у угря, выращенного в товарных хозяйствах Егип-



Рисунок 3. Угорь во время контрольного взвешивания
Figure 3. Eel during the check weighing

та, составляла 111,8±0,41 г/л⁻¹ и, несмотря на разную биотехнику выращивания, достоверных различий не имела [14].

Содержание гемоглобина в эритроците (СГЭ) очень важно для суждения о гипо- и гиперхромии эритроцитов [7]. По нашим данным, СГЭ у угря, выращенного в условиях УЗВ, составляло в апреле 69,6±5,1; в июне достигло максимума – 84,0±5,6 и в октябре достоверно снизилось (p<0,01) до минимума, равного 61,62±2,5 пг.

У европейского угря Куршского залива СГЭ было равно 77,8 пг, у рыб из южных широт этот показатель был несколько ниже – 72,0 пг [12; 13].

Наши исследования показали, что обеспеченность гемоглобином одного эритроцита у исследованных угрей была на достаточно высоком уровне в период всего выращивания, которое охватывает исследование.

Концентрация эритроцитов в крови европейского угря из рыбоводных хозяйств и природных популяций варьирует в достаточно широких пределах и зависит от множества условий. Так, концентрация эритроцитов у угря массой около 100 г, составляет 1,18±0,10 Т·л⁻¹, в крови рыб аналогичного размера из природных популяций Северной Африки составляет 1,60±0,73 Т·л⁻¹ [13-15], а у угря из Куршского залива Балтийского моря массой от 45 до 100 г составляла 1,48 -1,50 Т·л⁻¹ [12; 13].

По нашим данным, концентрация эритроцитов в крови угря, выращенного в УЗВ, не выходила за пределы значений, установленных для рыб из природных популяций и, в период наших исследований, достоверно не изменялась (*табл. 1*).

Концентрация лейкоцитов в крови рыб – один из самых изменчивых показателей. Она может изменяться в больших пределах в зависимости от возраста, пола, стадии половой зрелости, упитанности, заболеваний, сезона года, температуры воды. Этот показатель может резко меняться в пределах одного вида, даже у одной рыбы в разные периоды жизни [16].

Концентрация лейкоцитов крови угря, выращенного в УЗВ, в исследованных группах была близка и достоверно не различалась (*табл. 1*). Высокие

Таблица 2. Лейкоцитарная формула европейского угря, выращиваемого в УЗВ, %/
Table 2. Leukocyte formula of the European eel, being bred in RAS, %

Параметры	Даты		
	08.04.2016	07.06.2016	10.10.2016
Миелоциты нейтрофильные	2,6±0,7	1,4±0,4	0,9±0,3
Метамиелоциты нейтрофильные	1,3±0,5	1,3±0,7	1,0±0,3
Палочкоядерные нейтрофилы	0,8±0,3	0,8±0,2	0,7±0,4
Сегментоядерные нейтрофилы	0,6±0,2	1,1±0,4	1,4±0,7
Общее число нейтрофилов	5,3±0,9	4,6±1,3	4,0±0,9
Псевдоэозинофилы	0,1±0,1	-	0,1±0,1
Псевдобазофилы	0,5±0,3	0,2±0,1	0,3±0,3
Моноциты	0,7±0,4	0,2±0,1	0,3±0,2
Лимфоциты	93,4±1,2	95,1±1,2	95,3±0,7

значения данного показателя свидетельствуют о высоком уровне пищевой активности, что подтверждается и высоким уровнем ОБС, который увеличивается по мере адаптации молоди к условиям УЗВ и увеличении их пищевой активности.

Концентрации лейкоцитов у угря из некоторых природных популяций составляла $22,10 \pm 1,39$ Г·л⁻¹, что более чем на 60% ниже в сравнении с угрем, выращиваемым в УЗВ. Повышение концентрации лейкоцитов у угря из УЗВ, по нашему мнению, было связано с комплексным влиянием специфических факторов выращивания, а также с его высокой пищевой активностью, обеспечившей увеличение массы угря более чем в 4 раза за полгода исследований.

Концентрация белка в сыворотке крови рыб зависит от интенсивности и характера питания, уровня обмена веществ, которые, в свою очередь, в значительной степени связаны с термическими и гидрологическими условиями водоемов, физиологическим состоянием рыбы. Содержание белка в крови рыб обычно рассматривается как однозначный показатель – низкие значения неблагоприятны. Однако низкие значения содержания белка в крови могут указывать и на нормальный ход физиологических процессов, например, на окончание нерестового состояния. Высокое содержание белка в пределах установленных норм является благоприятным признаком; значительные потери белка связаны со снижением жизнестойкости и могут сопровождаться гибелью рыб [7; 17]. Содержание белка в сыворотке крови рыб также служит экспресс-тестом определения уровня физиологического состояния рыб при выращивании в индустриальных хозяйствах, а также свидетельствует об интенсивности питания и обменных процессов [7].

Средние значения концентрации общего белка в сыворотке крови угря, выращенного в УЗВ, были на высоком уровне и достоверно не различались, что свидетельствует о высокой пищевой активности и высоком уровне пластического обмена (табл. 1).

Лейкоцитарная формула на протяжении жизненного цикла меняется с изменением физиологического состояния рыбы и фактов внешней среды [7; 15]. У угря, выращиваемого в УЗВ и исследованного нами, в периферической крови были обнаружены восемь форм лейкоцитов. Из агранулоцитов идентифицированы лимфоциты и моноциты, из гранулоцитов – миелоциты нейтрофильные, метамиелоциты нейтрофильные, палочкоядерные и сегментоядерные нейтрофилы, псевдоэозинофилы и псевдобазофилы. Кровь угря имела резко лимфоидный характер, лимфоциты были самой многочисленной группой клеток белой крови (табл. 2).

Лейкоцитарная формула у угря в период исследований с апреля по октябрь достоверно не менялась. Низкий уровень моноцитов, доля гранулоцитов и лимфоцитов свидетельствуют о нормаль-

ном физиологическом состоянии угря на протяжении всего периода исследования.

| Заключение |

Высокотехнологичное выращивание в УЗВ подходит для угря, который легко адаптируется, показывает высокий темп роста и хорошее физиологическое состояние, о чем свидетельствуют установленные нами гематологические показатели, практически не отличающиеся от таковых у угря природных популяций.

Результаты исследования, установленный нами гематологический статус угря, выращиваемого в УЗВ, в дальнейшем могут быть использованы для оценки физиологического состояния и условий индустриально-го выращивания этого ценного объекта аквакультуры.

| ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ |

1. Draft report on the proposal for a Council regulation establishing measures for the recovery of the stock of European eel // European Parliament / Committee on Fisheries.-2005.- PR / 599252 EN.doc. 11 p.
2. Мусатов А.П. Новые данные о биологии угря и мировом угревом хозяйстве. – М.: ВНИРО, 1968. 115 с.
3. Хрусталёв Е.И. Биологические и технологические основы угреводства. Олштын: Солярис Друк, 2013. 305 с.
4. Серпунин Г.Г., Сементина Е.В., Савина Л.В. Характеристика крови стерляди разного возраста, выращиваемой в установке замкнутого водоснабжения // Осетровое хозяйство. 2009. № 3. С. 46 – 51.
5. Кузнецова Н.Н. Результаты ихтиопатологических исследований рыбы, содержащейся в искусственных установках с замкнутым водоснабжением // Биологические основы индустриальной аквакультуры: сб. науч. тр. Калининград, 1984. С. 35-40.
6. Головина Н.А., Тромбицкий И.Д. Гематология прудовых рыб. Кишинев: Штиинца, 1989. 158 с.
7. Серпунин Г.Г. Гематологические показатели адаптации рыб: монография. Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. 460 с.
8. Бугаев Л.А., Рудницкая О.А., Сергеева С.Г. и др. Использование гематологических показателей для оценки функционального состояния производителей судака (*Lucioperca lucioperca*, L.) // Материалы междунар. науч. конф. «Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем». Ростов-на-Дону, 2006. С. 50-52.
9. Филатов В. И. Рыбоводство в замкнутых системах, уровень разработок и перспективы: сб. науч. тр. М.: ВНИИПРХ, 1988. Вып. 55. С. 23-35.
10. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб). – М.: Легк. и пищ. пром – сть, 1982. 184 с.
11. Головина Н.А. Кровь рыб как диагностическая система физиологического состояния организма // Первый Конгресс ихтиологов России, Астрахань, сентябрь 1997: тез. докл.- Астрахань, 1997. С. 215-216.
12. Зайцева Н.Д. Общее количество гемоглобина в онтогенезе угря (*Anguilla anguilla*) и некоторые особенности его крови // Эколого-физиологические особенности крови рыб. - М: Наука, 1968. С. 89-93.
13. Экрам Мохамед Амин Мустафа. Некоторые гематологические показатели угря (*Anguilla anguilla*) из водоемов Египта / Труды ВНИРО, 1972. Т. XC. С. 73-75.
14. Studies on Anguillicoliasis in cultured *Anguilla anguilla* fish farms in Delta region, Egypt with special reference to hematological, biochemical changes and treatment Hussien A.M. Osman, Abd El-Mohsen, H. Mohamed, Ahmed. E. Noor El-Deen1 and Ahmed.M.E., El-Refaey, Researcher, 2012 4(11) - <http://www.sciencepub.net/researcher/>
15. Comparative hematology of wild *Anguilliformes* (*Muraena helena*, L. 1758, Conger conger, L. 1758 and *Anguilla anguilla* L. 1758) / D. Đikić, D. Lisici, S. Matic-Skoko, P. Tutman, D. Skaramuca, Z. Franic, B. Skaramuca. Animal Biology 63 (2013). P. 77–92.
16. Житенева Л.Д. Экологические закономерности ихтиогематологии.- Ростов-на-Дону: АЗНИИПРХ, 1999. 56 с.
17. Яржомбек А.А. Физиология рыб. - М.: Колос, 2007. 160 с.
18. FAO Fishery Statistic; http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Anguilla_anguilla/en