

# ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ГИДРОБИОНТОВ

DOI: 10.24143/2073-5529-2020-4-138-146

УДК 639.371.2.07.053.1:556.531.4.001.57

## ФОРМИРОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО ИММУНОДЕФИЦИТА У БЫЧКОВ, ОБИТАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КАСПИЯ

*Т. Ю. Борисова<sup>1</sup>, П. П. Гераскин<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Российская Федерация;*

<sup>2</sup>*Каспийский филиал Института океанологии им. П. П. Ширшова Российской академии наук,  
Астрахань, Российская Федерация.*

Изучено формирование вторичного иммунодефицита у бычков, обитающих в северной и южной частях российского сектора Северного Каспия. Исследование проведено на основе нового подхода в изучении иммунной системы – выявления в биологических жидкостях естественного ингибирующего фактора. Показано, что уровень вторичного иммунодефицита является интегральным показателем, выражающим состояние не только иммунной системы, но и физиологического статуса исследуемых рыб и их адаптационных возможностей. В исследуемых районах Северного Каспия наихудшие показатели вторичного иммунодефицита выявлены у бычков, выловленных в районах острова Малый Жемчужный и банки Большая Жемчужная, наилучшие – в районе банки Кулалинская. Отмечается, что в первое десятилетие 2000-х гг. индекс ингибирования в акватории острова Малый Жемчужный и банки Большая Жемчужная был в среднем в 1,2 раза ниже, чем в 2018 г. Кроме того, в районах острова Малый Жемчужный и банки Кулалинской до 2002 г. включительно выявлялись рыбы без иммунодефицита, доля которых последовательно, от года к году, снижалась. Предполагается, что формирование иммунодефицита связано с длительным воздействием на бычков паводковых вод р. Волги, загрязненных токсичными веществами.

**Ключевые слова:** Северный Каспий, бычки, межклеточная жидкость, индекс ингибирования, вторичный иммунодефицит.

**Для цитирования:** *Борисова Т. Ю., Гераскин П. П.* Формирование вторичного иммунодефицита у бычков, обитающих в различных районах северной части Каспия // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство.* 2020. № 4. С. 138–146. DOI: 10.24143/2073-5529-2020-4-138-146.

### Введение

Экологическая обстановка, сформировавшаяся в северной части Каспийского моря, вынуждает гидробионтов приспосабливаться к часто изменяющимся условиям обитания и возникающим в ряде случаев экстремальным ситуациям. В этих условиях большое значение имеет оценка исследователями трендов состояния экосистем, при которой часто используют метод построения когнитивных графов [1], когда влияние каждого из набора факторов на целевой показатель, например на промысловый запас крупных рыб, записывают со знаком «плюс» или со знаком «минус». К таким факторам относятся, помимо абиотических влияний, действие биотического окружения, конкурентов, кормовой базы и т. п. Одним из значимых факторов, влияющих на благополучие популяций рыб и в конечном счете на их численность, является их физиологическое состояние, которое играет роль интегрального теста на определение воздействия позитивных и негативных факторов окружающей среды на организм. Уровень физиологического состояния, имея положительное или отрицательное значение, может существенно влиять на оценку трендов состояния экосистем. Так, исследование благополучия бычков, относящихся к непромысловым видам рыб, позволяет косвенно оценивать состояние бентосного сообщества организмов и его тренд в общем состоянии экосистемы и, соответственно, негативных или позитивных трендов в продуктивности водных биосистем.

К числу факторов, по которым можно судить о благополучии исследуемых гидробионтов, относится иммунная система, выполняющая защитные функции. В системе гомеостаза организма иммунная система призвана защищать собственную целостность и биологическую индивидуальность животных от разного рода воздействий. Иммунитет обеспечивается клеточными и гуморальными факторами крови, лимфы и межтканевой жидкости. Нарушение иммунологического статуса, или появление иммунодефицитного состояния, является одним из признаков ухудшения физиологического состояния животного. Следовательно, нарушение иммунологического статуса, или, иначе, появление иммунодефицитного состояния, является одним из признаков ухудшения физиологического состояния животного.

Вторичные или приобретенные иммунодефициты, как правило, развиваются при длительном воздействии на организм экологически неблагоприятной среды. Поэтому не вызывает сомнений факт, что состояние иммунологической реактивности организма следует рассматривать в качестве одного из основных критериев эффективности процесса адаптации. В термин «иммунологическая реактивность» зачастую вкладывается различный смысл, но большинство исследователей подразумевает при этом состояние защитных сил организма, способность его к защите от повреждающих факторов окружающей среды инфекционного и неинфекционного характера. Основу иммунологической реактивности составляет естественная или неспецифическая реактивность. Она является результатом реакций организма на взаимодействие с окружающей средой и выражает способность к ответу на тот или иной раздражитель [2].

Для оценки состояния неспецифической реактивности организма, а также для выяснения характера ее изменений при воздействии повреждающих факторов используются методы, отражающие уровень его защитных сил. В связи с этим представляет интерес изучение естественного ингибирующего фактора (ЕИФ), занимающего совершенно особое положение в системе регулирующих и супрессорных механизмов. Угнетающее воздействие ЕИФ на образование антител в организме неспецифично, временно и обратимо и прямо коррелирует с выраженностью ингибирующей активности биологических жидкостей [3, 4].

Наибольший интерес представляет изучение явления неспецифического ингибирования активности антител, или явление вторичного (приобретенного) иммунодефицита, которое было обнаружено Н. В. Журавлевой и М. В. Земсковым в 1969 г. и зарегистрировано как открытие в 1977 г. [5].

Высокая информативность величины вторичного иммунодефицита способствовала применению этого показателя для оценки уровня вторичного иммунодефицитного состояния рыб, обитающих в бассейне Каспийского моря [6–12].

Наличие вторичного иммунодефицита является одним из ранних признаков возникновения патологии, т. к. он выявляется еще до появления развернутой картины заболевания [3–5, 13–15].

### **Материалы и методика исследования**

Материал для исследований собирали летом 2018 г. в 4-х районах северной части Каспийского моря. Два района в северной части Северного Каспия (1-й и 2-й) и два в южной (3-й и 4-й) отличались глубинами. Первый район – восточнее острова Малый Жемчужный – с глубинами 3–8 м, второй – северо-западнее банки Кулалинская – с глубинами 10–12 м, третий – на южной границе банки Большая Жемчужная – с глубинами 6–10 м, четвертый – юго-восточнее этой банки, на глубинах 13–16 м.

У выловленных бычков отбирались пробы мышечной ткани, которые компоновались в соответствии с методической необходимостью их минимального количества и возможностями взятия у исследуемого объекта. Уровень вторичного иммунодефицита определяли методом, предложенным Н. В. Журавлевой и А. М. Земсковым [5, 13, 14], усовершенствованным позднее А. А. Шепелевым и А. В. Колодиной [15] и модифицированным нами применительно к рыбам [6, 7–12]. Естественный ингибирующий фактор определяли в межтканевой жидкости с помощью постановки реакции ингибирования активности антител. Степень ингибирования оценивали по индексу ингибирования (ИИ).

Пробы собраны и обработаны от 160 особей бычков рода *Neogobius* (бычок кругляк и песочник) без разделения их по видовой принадлежности, т. к. проведенные ранее исследования [7–12] не выявили у бычков видовых отличий в уровне вторичного иммунодефицита.

### Результаты и их обсуждение

В исследовании состояния иммунной системы рыб был применен новый подход, основанный на выявлении в биологических жидкостях (крови, лимфе, межтканевой жидкости) эндогенного иммунодепрессанта – ЕИФ, свидетельствующего о формировании вторичного иммунодефицита у исследуемых гидробионтов. Естественный ингибирующий фактор объективно отражает состояние иммунитета, является точным способом диагностики его недостаточности, выраженным в единицах ИИ антител.

В ходе изучения состояния иммунной системы у бычков, выловленных в различных районах северной части Каспийского моря, установлено, что уровень иммунодефицита у них невысок, хотя и различается по районам исследования (табл. 1).

Таблица 1

**Уровень вторичного иммунодефицита у бычков, отловленных в различных районах Северного Каспия**

Район исследования	Глубины, м	$M \pm m$	min	max	$V, \%$	$n, \text{экз.}$
О-в М. Жемчужный (1)	3–8	$2,16 \pm 0,05$	1,80	2,60	8,87	91
Б-ка Кулалинская (2)	10–12	$1,60 \pm 0,02$	1,50	1,70	4,25	25
Б-ка Б. Жемчужная (3)	6–10	$2,20 \pm 0,06$	2,00	2,40	8,20	12
Южнее б-ки Б. Жемчужная (4)	13–16	$2,00 \pm 0,05$	1,80	2,40	8,33	31

Судя по диапазонам колебаний величин ИИ и коэффициентам вариации, изучаемый показатель состояния иммунной системы бычков достаточно консервативен. Коэффициент вариации во всех выборках, представляющих уровень вторичного иммунодефицита у рыб из различных районов Северного Каспия, не превышал 9 %, а наибольшая разница между минимальными и максимальными величинами составляла 1,4 раза. Кроме того, различия в средних величинах были также небольшими, что характеризует этот показатель как маловариабельный. Лишь у бычков, выловленных в районах банки Большая Жемчужная и банки Кулалинская, различия в средних величинах составили 1,4 раза. Из табл. 1 видно, что наименьший иммунодефицит сформировался у рыб из северо-восточной части Северного Каспия, а наибольший – в юго-западной. Обращает на себя внимание и то, что на больших глубинах он несколько меньше, если рассматривать южные и северные районы исследований по отдельности. При этом районы обитания бычков с большим иммунодефицитом расположены один под другим – один севернее (о-в М. Жемчужный), другой южнее (б-ка Б. Жемчужная). Несмотря на небольшие различия в уровне иммунодефицита у бычков из разных районов Северного Каспия, они почти во всех случаях имеют достоверный характер (табл. 2.).

Таблица 2

**Достоверность различий ( $p$ ) величины вторичного иммунодефицита у бычков, отловленных в различных районах Северного Каспия**

Район исследования	Достоверность различий, $p$
О-в М. Жемчужный (1) – б-ка Кулалинская (2)	$p < 0,01$
О-в М. Жемчужный (1) – б-ка Б. Жемчужная (3)	$p > 0,01$
О-в М. Жемчужный (1) – южнее б-ки Б. Жемчужная (4)	$p < 0,01$
Б-ка Кулалинская (2) – б-ка Б. Жемчужная (3)	$p < 0,01$
Б-ка Кулалинская (2) – южнее б-ки Б. Жемчужная (4)	$p < 0,01$
Б-ка Б. Жемчужная (3) – южнее б-ки Б. Жемчужная (4)	$p < 0,01$

Лишь между бычками, выловленными в районах острова Малый Жемчужный и банки Большая Жемчужная, различия оказались недостоверными ( $p > 0,01$ ).

Выявленные различия в ИИ антител, характеризующих уровень иммунодефицита, не являются производными от массово-размерных характеристик исследованных рыб, т. к. сравниваемые выборки по этим показателям были примерно одинаковыми (табл. 3) и характеризовали исследованных особей как взрослых, половозрелых рыб (средняя масса в каждой из выборок колебалась от 9 до 10 г, а средняя длина тела от 9 до 11 см).

Длина и масса тела бычков, отловленных в различных районах Северного Каспия

Показатель	$M \pm m$	min	max	$V, \%$
Район восточнее о-ва Малый Жемчужный				
Длина тела, см	$9,35 \pm 0,31$	5,80	12,90	12,20
Масса тела, г	$9,37 \pm 0,74$	2,80	22,00	28,00
Район северо-западнее б-ки Кулалинская				
Длина тела, см	$10,71 \pm 0,32$	7,00	12,30	11,14
Масса тела, г	$9,94 \pm 0,58$	5,00	16,00	20,34
Район южной границы б-ки Большая Жемчужная				
Длина тела, см	$9,80 \pm 0,78$	6,00	12,90	26,50
Масса тела, г	$9,14 \pm 1,47$	3,00	18,00	53,50
Район юго-восточнее б-ки Большая Жемчужная				
Длина тела, см	$10,13 \pm 0,86$	5,20	16,30	26,42
Масса тела, г	$9,58 \pm 0,71$	2,50	35,00	28,00

Если обратиться к данным прошлых лет, то в северных районах Северного Каспия, примерно в той же акватории у о-ва Малый Жемчужный, у бычков, исследованных в 2000–2007 гг., средняя величина ИИ антител колебалась от  $1,65 \pm 0,03$  до  $2,00 \pm 0,07$  единиц. При этом наибольший уровень иммунодефицита у бычков отмечался в 2007 г., а наименьший – в 2003 г. В остальные годы этого периода иммунодефицитное состояние оценивалось ИИ в 1,73–1,80 ед. В среднем за эти годы он составил  $1,79 \pm 0,05$ , т. е. в 1,21 раза меньше, чем в современный период, что подтверждается статистическим анализом ( $p < 0,01$ ). К тому же до 2002 г. включительно выявлялись рыбы без иммунодефицита, доля которых постепенно снижалась с 18,4 % в 2000 г. до 6,5 % в 2002 г. В исследованиях более поздних лет, включая последний год, такие рыбы уже не встречались.

Исследования, проведенные в районе банки Кулалинская в 2000–2011 гг., выявили примерно такую же картину. Колебания ИИ у проанализированных бычков в эти годы составили от 1,72 до 2,00. Чаще всего уровень иммунодефицита оценивался в 2,00 единицы ингибирования антител. В период 2000–2003 гг. он чаще снижался до более низких величин, составив в среднем за эти годы  $1,89 \pm 0,07$  ед. В более поздний период, в 2005–2011 гг., средняя величина ИИ незначительно увеличилась – до  $1,96 \pm 0,03$  ед. В целом за данный период времени уровень иммунодефицита у бычков составил в среднем  $1,92 \pm 0,05$  ед., что в 1,2 раза выше, чем у рыб в 2018 г. Однако до 2002 г. включительно у некоторой части бычков иммунодефицит отсутствовал. Их доля колебалась в эти годы от 10 до 18 % от исследованных рыб. Найденные различия между прошлыми годами (2000–2011 гг.) и 2018 г. подтверждаются статистическим анализом как высокодостоверные ( $p < 0,01$ ).

В районе банки Большая Жемчужная ранее исследования проводились в 2000–2003 гг. У бычков, выловленных в этом районе Северного Каспия, уровень иммунодефицита колебался примерно в тех же пределах (1,70–2,00), что и в других исследованных районах этой части моря. В среднем за этот период он составил  $1,82 \pm 0,07$  ед. ингибирования антител. При этом иммунодефицитное состояние у всех исследованных бычков отмечалось уже в 2001 г. Уровень иммунодефицита был несколько ниже, чем у бычков, исследованных в 2018 г. примерно в этом же районе: у рыб, выловленных на южной границе банки, в 1,2 раза, южнее этой банки – в 1,1 раза. В обоих случаях различия подтверждаются высокой степенью достоверности ( $p < 0,01$ ).

Из совокупности приведенных выше данных следует, что формирование иммунодефицита у бычков, обитающих в различных районах Северного Каспия, происходит повсеместно. При этом имеет место межгодовая изменчивость этого показателя, тренд которого у рыб в трех из четырех районов исследований направлен на увеличение. Лишь в восточной части Северного Каспия у бычков, отловленных на акватории банки Кулалинская, отмечено небольшое снижение. Несмотря на это у всех исследованных в 2018 г. рыб выявлен вторичный иммунодефицит, в то время как в предыдущие годы исследований примерно от 10 до 20 % рыб имели нормальный иммунный статус в начальный период изучения этого показателя. Начиная с 2003 г. (а у рыб, выловленных в акватории банки Большая Жемчужная, с 2001 г.) особей, не имеющих признаков иммунодефицитного состояния, не было. Неравномерность формирования вторичного иммунодефицита у бычков из разных районов Северного Каспия, выявленная в более ранних исследованиях начала 2000 г., имела место и в 2018 г. Более высокий уровень иммунодефицита

отмечался у рыб из западных районов российского сектора Северного Каспия: у острова Малый Жемчужный и банки Большая Жемчужная, географически расположенных один под другим, т. е. с севера на юг. У них сформировался иммунодефицит среднего уровня. У бычков из юго-восточной части Северного Каспия, выловленных на акватории банки Кулалинская, вторичный иммунодефицит оценивался как низкий.

К ослаблению иммунной системы и формированию вследствие этого вторичного иммунодефицита, как правило, приводят длительно сохраняющиеся воздействия на организм стрессирующих факторов, в том числе токсического характера [16, 17]. В качестве механизма таких изменений рассматривается снижение активности системы детоксикации ксенобиотиков из-за ослабления антиоксидантной системы у животных, вследствие чего имеет место накопление свободных радикалов в их организме и изменения в обмене веществ. Увеличение свободнорадикального окисления липидов печени и мышцах бычков было зафиксировано при исследовании перекисного окисления липидов у бычков, выловленных в различных районах Северного Каспия в разные годы [18, 19], что свидетельствует о трансформации у них и метаболического гомеостаза.

Важным механизмом обеспечения резистентности организма к воздействию негативных факторов окружающей среды, наряду с другими защитными системами, является активность функционирования иммунной системы – наиболее консервативного звена гомеостаза. В то же время динамическое звено сохранения постоянства внутренней среды, обеспечивающее адаптивность организма, осуществляется на основе постоянно действующего метаболизма, позволяя организму развиваться и размножаться, адекватно реагировать на воздействие внешней среды и сохранять все свои функции. Иначе говоря, способность организма адаптироваться к изменениям среды обитания реализуется за счет возможности направленной перестройки метаболизма, а сохранение иммунного статуса организма осуществляется на основе метаболического гомеостаза, что в конечном счете отражает уровень вторичного иммунодефицита как интегральный показатель физиологического состояния.

### Заключение

Таким образом, уровень вторичного иммунодефицита у рыб, в частности у бычков, является маркером не только состояния иммунной системы, но и метаболической функции, изменяющейся под постоянным воздействием токсических веществ, загрязняющих их среду обитания. То есть уровень вторичного иммунодефицита является интегральным показателем, отражающим физиологическое состояние исследуемых рыб и их адаптационные возможности. Бычки, отловленные на акваториях у острова Малый Жемчужный и банки Большая Жемчужная, имели низкий физиологический статус и, соответственно, в большей степени подвергались хроническому воздействию загрязняющих веществ, чем особи, выловленные восточнее – в районе банки Кулалинская. Возможно, это связано с загрязнениями, поступающими вместе с паводковыми водами р. Волги, в большей степени влияющими на западные районы Северного Каспия, чем на районы, расположенные восточнее.

Таким образом, при большом многообразии методов определения степени влияния токсических веществ на организм рыб метод определения уровня вторичного иммунодефицита является адекватным, быстрым и бюджетным.

Бычки могут служить адекватным и достоверным биоиндикатором экологического состояния Северного Каспия и степени антропогенного воздействия на биоту Каспийского моря.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Переварюха А. Ю.* Графовая модель взаимодействия антропогенных и биотических факторов в продуктивности Каспийского моря // Вестн. Самар. гос. ун-та. Естественно-науч. сер. 2015. № 10. С. 181–198.
2. *Ройт А., Бростовф Дж., Мейл Д.* Иммунология / пер. с англ. М.: Мир, 2000. 592 с.
3. *Родосская Н. К.* Антителообразование в условиях функционирования в организме ингибитора активности антител: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Киев, 1986. 17 с.
4. *Родосская Н. К.* Изучение свойств естественного ингибирующего фактора и путей коррекции иммунопатологии, обусловленной его гиперфункцией: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Курск, 2003. 32 с.
5. *Земсков А. М., Журавлева Н. В.* Явление ингибирования активности антител // Открытия в СССР в 1977 г. М., 1978. С. 29.
6. *Пат. России № 2253970.* Способ оценки общего физиологического состояния рыб / Переварюха Ю. Н.; заявл. 04.10.2001; опубл. 20.06.2005. Бюл. № 37.

7. Гераскин П. П., Алтуфьев Ю. В., Металлов Г. Ф., Шелухин Г. К., Переварюха Ю. Н., Аксенов В. П., Романов А. А., Шевелева Н. Н., Дубовская А. В., Львов В. Л., Даютова Е. В., Шигапова А. В., Галактионова М. Л. Характеристика функционирования основных физиологически важных систем организма осетровых в условиях хронического токсикоза // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 1997 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 1998. С. 33–43.
8. Гераскин П. П., Алтуфьев Ю. В., Металлов Г. Ф., Шелухин Г. К., Романов А. А., Переварюха Ю. Н., Аксенов В. П., Сухопарова А. Д., Шевелева Н. Н., Дубовская А. В., Журавлева Г. Ф., Галактионова М. Л., Львов В. Л., Шигапова А. В., Даютова Е. В., Мухамбеталиева А. Х. Мониторинг физиологического состояния осетровых в условиях загрязнения Каспия и реки Волги // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 1998 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 1999. С. 173–188.
9. Гераскин П. П., Металлов Г. Ф., Шелухин Г. К., Алтуфьев Ю. В., Переварюха Ю. Н., Романов А. А., Аксенов В. П., Шевелева Н. Н., Дубовская А. В., Галактионова М. Л. Современное физиологическое состояние каспийских осетровых // Рыбоводство и рыболовство. 2001. № 1. С. 48–52.
10. Гераскин П. П., Металлов Г. Ф., Журавлева Г. Ф., Шелухин Г. К., Переварюха Ю. Н., Аксёнов В. П., Шевелева Н. Н., Дубовская А. В., Галактионова М. Л., Григорьев В. А., Ручьева Т. А., Мухамбеталиева А. Ж., Чухонкина Г. А. Уровень физиологического благополучия каспийских осетровых в морской период жизни в условиях повышенного воздействия антропогенных факторов // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 2001 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2002. С. 423–436.
11. Переварюха Ю. Н. Общее состояние иммунной системы производителей осетровых на рыбодных заводах и в естественных условиях // Нейроэндокринология–2000: тез. докл. V Всерос. конф., посв. 75-летию А. Л. Поленова (Санкт-Петербург, 18–20 апреля 2000 г.). СПб., 2000. С. 105.
12. Переварюха Т. Ю., Петухов К. Е., Переварюха Ю. Н. Уровень вторичного иммунодефицита у осетровых видов рыб на акватории Северного Каспия в 2000–2003 гг. // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: материалы и докл. междунар. симп. (Астрахань, 16–18 апреля 2007 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. С. 505–508.
13. Журавлева Н. В. Антителообразование и ингибция активности антител при кровопусканиях. М.: Медицина, 1970. 104 с.
14. Естественное ингибирование активности антител в эксперименте и клинике: сб. науч. тр. / под ред. Н. В. Журавлевой. Воронеж, 1985. 106 с.
15. Патент СССР № 1486929/1989. Способ определения естественного фактора ингибции активности антител класса М / Шепелев А. А., Колодина С. В.; 1990. Бюл. № 22.
16. Ассоциация иммунных и биохимических расстройств при патологических процессах // Клиническая иммунология и аллергология / под ред. А. В. Караулова. М.: Изд-во МИА, 2002. С. 142–157.
17. Мамедов М. К., Дадашева А. Э. Роль гипермодуляции процессов пероксидации в патогенезе и медикаментозной коррекции вторичных иммунодефицитов // Биомедицина. 2008. № 4. С. 27–29.
18. Галактионова М. Л., Гераскин П. П., Куркембаева Б. М. Перекисное окисление липидов как индикатор уровня воздействия на гидробионтов экологически неблагоприятной среды // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XV Всерос. науч.-техн. конф. «МСОИ–2017» (Москва, 16–18 мая 2017 г.). М.: Изд-во ИО РАН, 2017. Т. II. С. 317–320.
19. Галактионова М. Л., Гераскин П. П. Параметры ПОЛ у бычков и дидакн при их использовании в экологическом мониторинге Северного Каспия // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2017: сб. ст. по материалам науч.-практ. конф. с междунар. участием (Севастополь, 11–15 сентября 2017 г.). Севастополь: Изд-во Севастопол. гос. ун-та, 2017. С. 293–295.

Статья поступила в редакцию 29.04.2020

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Борисова Татьяна Юрьевна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук; ассистент кафедры гидробиологии и общей экологии; borisovaTU85@yandex.ru.

**Гераскин Петр Петрович** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р биол. наук; ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии сохранения и воспроизводства ценных видов рыб; Россия, 414056, Астрахань; Каспийский филиал Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН, старший научный сотрудник; prg46@mail.ru.



## FORMATION OF SECONDARY IMMUNODEFICIENCY IN GOBIES IN DIFFERENT REGIONS OF NORTHERN PART OF CASPIAN SEA

**T. Yu. Borisova<sup>1</sup>, P. P. Geraskin<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russian Federation;*

<sup>2</sup>*Caspian branch of P. P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,  
Astrakhan, Russian Federation*

**Abstract.** The article focuses on studying the formation of secondary immunodeficiency in gobies in the northern and southern parts of the Russian sector of the Northern Caspian Sea. The study was based on a new approach to studying the immune system – the detection of a natural inhibitory factor in biological fluids. It has been shown that the level of secondary immunodeficiency is an integral indicator that expresses not only the state of the immune system, but also the physiological status of the studied fish and their adaptive capabilities. In the studied areas of the Northern Caspian Sea the worst results of secondary immunodeficiency were found in gobies caught in the waters of Small Zhemchuzhny Island and Bolshaya Zhemchuzhnaya Bank, the best results were registered off Kulalinskaya Bank. It has been stated that in the first decade of the 2000s the inhibition index in the water area of Maly Zhemchuzhny Island and Bolshaya Zhemchuzhnaya Bank was, on average, 1.2 times lower than in 2018. In addition, in the areas of Maly Zhemchuzhny Island and Kulalinskaya Bank fish without immunodeficiency were detected until 2002, the proportion of which decreased from year to year. It is assumed that the formation of immunodeficiency is associated with a long-term impact on bulks of flood waters of the Volga River, contaminated with toxic substances.

**Key words:** the Northern Caspian Sea, gobies, interstitial fluid, inhibition index, secondary immunodeficiency.

**For citation:** Borisova T. Yu., Geraskin P. P. Formation of secondary immunodeficiency in gobies in different regions of Northern part of Caspian Sea. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry.* 2020;4:138-146. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2020-4-138-146.

### REFERENCES

1. Perevariukha A. Iu. Grafovaia model' vzaimodeistviia antropogennykh i bioticheskikh faktorov v produktivnosti Kaspiiskogo moria [Graph model of interaction of anthropogenic and biotic factors in productivity of Caspian Sea]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennonauchnaia seriia*, 2015, no. 10, pp. 181-198.
2. Roit A., Brostoff Dzh., Meil D. *Immunologiia* [Immunology]. Moscow, Mir Publ., 2000. 592 p.
3. Rodoskaia N. K. *Antiteloobrazovanie v usloviakh funktsionirovaniia v organizme ingibitora aktivnosti antitel. Avtoreferat dis. ... kand. med. nauk* [Antibody formation under conditions of inhibitor of antibody activity functioning in body. Diss.Abstr. ... Cand.Med.Sci.]. Kiev, 1986. 17 p.
4. Rodoskaia N. K. *Izuchenie svoistv estestvennogo ingibiruiushchego faktora i putei korreksii immunopatologii, obuslovennoi ego giperfunktsiei. Avtoreferat dis. ... d-ra med. nauk* [Studying properties of natural inhibiting factor and ways of correcting immunopathology due to its hyperfunction. Diss.Abstr. ... Dr.Med.Sci.]. Kursk, 2003. 32 p.
5. Zemskov A. M., Zhuravleva N. V. Iavlenie ingibirovaniia aktivnosti antitel [Phenomenon of inhibition of antibody activity]. *Otkrytiia v SSSR v 1977 g.* Moscow, 1978. P. 29.
6. Perevariukha Iu. N. *Sposob otsenki obshchego fiziologicheskogo sostoianiia ryb* [Method for assessing general physiological state of fish]. Patent Rossii № 2253970; 20.06.2005.
7. Geraskin P. P., Altufev Iu. V., Metallov G. F., Shelukhin G. K., Perevariukha Iu. N., Aksenov V. P., Romanov A. A., Sheveleva N. N., Dubovskaia A. V., L'vov V. L., Daiutova E. V., Shigapova A. V., Galaktionova M. L. *Kharakteristika funktsionirovaniia osnovnykh fiziologicheskii vazhnykh sistem organizma osetrovnykh v usloviakh khronicheskogo toksikoza* [Characteristics of functioning of main physiologically important systems of sturgeon organism in conditions of chronic toxicosis]. *Rybkhoziaistvennye issledovaniia na Kaspii: rezul'taty NIR za 1997 g.* Astrakhan', Izd-vo KaspNIRKh, 1998. Pp. 33-43.

8. Geraskin P. P., Altuf'ev Iu. V., Metallov G. F., Shelukhin G. K., Romanov A. A., Perevariukha Iu. N., Aksenov V. P., Sukhoparova A. D., Sheveleva N. N., Dubovskaia A. V., Zhuravleva G. F., Galaktionova M. L., L'vov V. L., Shigapova A. V., Daiutova E. V., Mukhambetalieva A. Kh. Monitoring fiziologicheskogo sostoiianiia osetrovyykh v usloviakh zagriazneniia Kaspiia i reki Volgi [Monitoring physiological state sturgeon in conditions of pollution of Caspian Sea and Volga River]. *Rybkhoziaistvennye issledovaniia na Kaspii: rezul'taty NIR za 1998 g.* Astrakhan', Izd-vo KaspNIRKh, 1999. Pp. 173-188.
9. Geraskin P. P., Metallov G. F., Shelukhin G. K., Altuf'ev Iu. V., Perevariukha Iu. N., Romanov A. A., Aksenov V. P., Sheveleva N. N., Dubovskaia A. V., Galaktionova M. L. Sovremennoe fiziologicheskoe sostoiianie kaspiiskikh osetrovyykh [Modern physiological state of Caspian sturgeon]. *Rybovodstvo i rybolovstvo*, 2001, no. 1, pp. 48-52.
10. Geraskin P. P., Metallov G. F., Zhuravleva G. F., Shelukhin G. K., Perevariukha Iu. N., Aksenov V. P., Sheveleva N. N., Dubovskaia A. V., Galaktionova M. L., Grigor'ev V. A., Ruch'eva T. A., Mukhambetalieva A. Zh., Chukhonkina G. A. Uroven' fiziologicheskogo blagopoluchiiia kaspiiskikh osetrovyykh v morskoi period zhizni v usloviakh povyshennogo vozdeistviia antropogennykh faktorov [Level of physiological well-being of Caspian sturgeon in marine period of life under conditions of increased influence of anthropogenic factors]. *Rybkhoziaistvennye issledovaniia na Kaspii: rezul'taty NIR za 2001 g.* Astrakhan', Izd-vo KaspNIRKh, 2002. Pp. 423-436.
11. Perevariukha Iu. N. Obschchee sostoiianie immunnoi sistemy proizvoditelei osetrovyykh na rybovodnykh zavodakh i v estestvennykh usloviakh [General state of immune system of sturgeon producers in fish hatcheries and in natural conditions]. *Neiroendokrinologiiia-2000: tezisyy dokladov V Vserossiiskoi konferentsii, posviashchennoi 75-letiiu A. L. Polenova (Sankt-Peterburg, 18-20 apreliia 2000 g.)*. Saint-Petersburg, 2000. P. 105.
12. Perevariukha T. Iu., Petukhov K. E., Perevariukha Iu. N. Uroven' vtorichnogo immunodefitsita u osetrovyykh vidov ryb na akvatorii Severnogo Kaspiia v 2000-2003 gg. [Level of secondary immunodeficiency in sturgeon fish species in water area of Northern Caspian Sea in 2000-2003.]. *Teplvodnaia akvakul'tura i biologicheskaiia produktivnost' vodoemov aridnogo klimata: materialy i doklady mezhdunarodnogo simpoziuma (Astrakhan', 16-18 apreliia 2007 g.)*. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2007. Pp. 505-508.
13. Zhuravleva N. V. *Antiteloobrazovanie i ingibitsiia aktivnosti antitel pri krovopuskaniiaakh* [Antibody formation and inhibition of antibody activity during bloodletting]. Moscow, Meditsina Publ., 1970. 104 p.
14. *Estestvennoe ingibirovanie aktivnosti antitel v eksperimente i klinike: sbornik nauchnykh trudov* [Natural inhibition of antibody activity in experiment and clinic: collection of scientific works]. Pod redaktsiei N. V. Zhuravlevoi. Voronezh, 1985. 106 p.
15. Shepelev A. A., Kolodina S. V. *Sposob opredeleniia estestvennogo faktora ingibitsiia aktivnosti antitel klassa M* [Method for determining natural factor of inhibition of activity of antibodies of class M]. Patent SSSR № 1486929/1989; 1990.
16. Assotsiatsiia immunnykh i biokhimicheskikh passtpoistv pri patologicheskikh protsessakh [Association of immune and biochemical disorders in pathological processes]. *Klinicheskaiia immunologiiia i allergologiiia*. Pod pedaktsiei A. V. Karaulova. Moscow, Izd-vo MIA, 2002. Pp. 142-157.
17. Mamedov M. K., Dadasheva A. E. Rol' gipepmoduliatsii protsessov peroksidatsii v patogeneze i medikamentoznoi kopektsii vtorichnykh immunodefitsitov [Role of hypermodulation of peroxidation processes in pathogenesis and drug correction of secondary immunodeficiencies]. *Biomeditsina*, 2008, no. 4, pp. 27-29.
18. Galaktionova M. L., Geraskin P. P., Kurkembraeva B. M. Perekisnoe okislenie lipidov kak indikator urovniia vozdeistviia na gidrobiontov ekologicheski neblagopoluchnoi sredy [Lipid peroxidation as indicator of impact level on aquatic organisms in ecologically unfavorable environment]. *Sovremennyye metody i sredstva okeanologicheskikh issledovaniia: materialy XV Vserossiiskoi nauchno-tekhnikheskoi konferentsii «MSOI-2017» (Moskva, 16-18 maia 2017 g.)*. Moscow, Publishing house IO RAS, 2017. Vol. II. Pp. 317-320.
19. Galaktionova M. L., Geraskin P. P. Parametry POL u bychkov i didakn pri ikh ispol'zovanii v ekologicheskoi monitoringe Severnogo Kaspiia [Parameters of LPO in gobies and didacnids used in environmental monitoring of Northern Caspian]. *Ekologicheskaiia, promyshlennaia i energeticheskaiia bezopasnost' - 2017: sbornie statei po materialam nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem (Sevastopol', 11-15 sentiabria 2017 g.)*. Sevastopol', Izd-vo Sevastop. gos. un-ta, 2017. Pp. 293-295.

The article submitted to the editors 29.04.2020

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Borisova Tatyana Yurevna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology; Assistant of the Department of Hydrobiology and General Ecology; borisovaTU85@yandex.ru.

**Geraskin Petr Petrovich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology; Leading Researcher of the Laboratory of Biotechnology of Conservation and Reproduction of Valuable Species of Fish; Russia, 414056, Astrakhan; Caspian branch of the P. P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences; Senior Researcher; ppg46@mail.ru.

