



*Головная почка,  
Coregonus migratorius,  
цитоморфологические  
показатели*

*Head kidney,  
Coregonus migratorius,  
cytomorphological  
indicators*

## **КЛЕТОЧНЫЙ СОСТАВ ГОЛОВНОГО ОТДЕЛА ПОЧКИ БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ (*COREGONUS MIGRATORIUS*) В ПЕРИОД НАГУЛА И НЕРЕСТОВОЙ МИГРАЦИИ**

А.С. Фомина

к.б.н., научный сотрудник отдела науки Байкальского филиала  
ФГБНУ «Госрыбцентр», г. Улан-Удэ, Республика Бурятия;  
ст. преподаватель кафедры анатомии и физиологии  
Медицинского института ФГБОУ ВПО «БГУ»

Химические загрязнения окружающей среды играют важную роль в регуляции устойчивости и функционировании водных экосистем. Многие элементы – загрязнители обладают выраженной биологической активностью и при накоплении в органах и тканях оказывают разнообразное повреждающее воздействие на организм гидробионтов [1]. Употребление в растениеводстве и животноводстве, а также в фармацевтической химии различных веществ гормональной природы вызывает загрязнение поверхностных вод и, как следствие, влияет на воспроизводство и нерестовое поведение рыб. Известно, что изменение концентраций и активности гормонов в разные периоды жизненного цикла рыб способно влиять на антиоксидантную и иммунную системы рыб [2]. Загрязняющие вещества в стрессовых условиях миграций ведут к формированию в водной среде иммунотоксических условий по отношению к гидробионтам. Поэтому данные о физиологическом состоянии рыб в разные периоды их жизненного цикла являются важной составной частью мониторинга водных экосистем. Исследования последних лет основного промыслового вида байкальского омуля по биометрическим параметрам и абсолютной индивидуальной и популяционной плодовитости особей нерестового стада свидетельствуют об ухудшении условий воспроизводства данного вида в реках бассейна озера Байкал [3].

В связи с этим, исследование иммунологических параметров и системы гемопоза байкальского омуля приобретает в настоящее время актуальность и первоочередную задачу для широкого круга специалистов в области ихтиологии и мониторинга окружающей среды. В данной работе представлены первые результаты исследований клеточных параметров головного отдела почки байкальского омуля в период нагула и нерестовой миграции.

### **Материал и методы исследования**

Объектом исследования послужила почка байкальского омуля ( $n=15$ ). Для исследований были взяты отпечатки головной части почки, как участка наибольшей гемопоэтической активности. Биологический материал получен в период нагула (залив Провал оз. Байкал, 21.06.2015 г.) и нерестовой миграции (залив Черкалов Сор оз. Байкал, 6.09.2015 г.) самок и самцов байкальского омуля селенгинской популяции. Отлов рыб проводили стандартной жаберной сетью, с ячеей 36, 38 мм и длиной 150 м. Общая экспозиция сети составила 2 часа, средняя глубина воды 2,5 м, температура воды – 11–12 °С. В связи с отсутствием свободных от паразитов особей и наличием рыб со смешанными инвазиями для исследований были отобраны особи с одинаковым уровнем зараженности паразитами (2–7 экз.). Для получения прижизненного гистологического материала особей извлекали из сети живыми по 1–2 экземпляра, не выбирая сеть из воды до конца. Забор материала проводили в течение 10 минут. Отпечатки почки изготавливали после каудоэктомии и забора крови для ИФА, далее их подсушивали и фиксировали в пластиковых бюксах. Затем в лабораторных условиях отпечатки органа окрашивали по Романовскому-Гимза. Идентификацию видов клеток и их подсчёт проводили под световым микроскопом Микмед-5 при увеличении в 1000 раз. При идентификации клеточного состава придерживались классификации Н.Т. Ивановой (1983).

Результаты обработаны статистически в программах MS Excel 2003 и Statistica 6.0, 10 для непараметрических данных (Mann – Whitney U-тест) при уровне достоверности  $p < 0,05$ .

### **Результаты исследований**

При исследовании отпечатков органов дифференцированы лимфоциты малые, средние и большие, гранулоциты (метамиелоциты/миелоциты нейтрофильные и эозинофильные, зрелые гранулоциты), клетки моноцитарно-макрофагально звена (промоноциты, моноциты), ретикулоциты, бластные клетки. Среди клеток эритроидного ряда дифференцированы зрелые эритроциты, полихроматофильные, оксифильные и базофильные эритробласты. Кроме того, выделены клетки с деструктивными изменениями ядра (кариорексис, кариолизис) и клетки на стадии митоза.

В составе лимфомиелоидного ряда преобладающей группой клеток являлись лимфоциты. В

группе обследованных рыб их относительное содержание варьировало от 40 до 82%. Самой многочисленной клеточной популяцией в головном отделе почки, как в период нагула, так и период нерестовой миграции, являлись зрелые функционально активные малые лимфоциты (табл. 1). Относительное содержание малых лимфоцитов в период нерестовой миграции, как видно из данных таблицы, достоверно выше по сравнению с таковым в нагульный период.

Бластные формы клеток у рыб в нагульный период, наряду с малыми лимфоцитами, были представлены в наибольшей степени. В период нерестовой миграции, напротив, содержание этих клеток существенно снижалось (более чем в 3 раза). На отпечатках органа, вокруг малодифференцированных клеток нередко обнаруживались скопления клеток стромы (ретикулярные клетки) и клеток моноцитарно-макрофагальной линии разных стадий дифференцировки. Снижение содержания бластных клеток осенью и зимой относительно теплого периода года нередко обнаруживается у рыб. По мнению некоторых ученых, это связано с перераспределением бластных клеток от почки в селезенку и далее в кровотоки [4].

Необходимо также указать, что в головном отделе почки байкальского омуля отмечена дальнейшая дифференциация лимфоцитов, а именно, нами были выявлены плазматические клетки. В крови байкальского омуля этих клеток не обнаружено [5]. Ранее плазмоциты отмечались и у других видов рыб в мезонефросе [6, 7]. У рыб при инфекции микроспоридиями *Enteromyxum leei* отмечалось увеличение доли плазмоцитов в кишечнике, интенсификация их пролиферации в селезенке и почке (Estensoro et al., 2013). Содержание моноцитов в нерестовой период снижено по сравнению с периодом нагула. Снижение содержания плазмоцитов на фоне ингибирования моноцитарно-макрофагальной линии может говорить об отсутствии реакции на антигенную стимуляцию. Косвенно на это указывает и сравнительно низкое содержание деструктивно изменённых клеток, которые по морфологическим критериям могут рассматриваться как предшественники апоптозных клеток. Апоптоз иммунных клеток ограничивает иммунный ответ на антигенную стимуляцию. Поэтому снижение относительного содержания деструктивно изменённых клеток (при снижении содержания клеток моноцитарно-макрофагального звена и клеток системы гуморального иммунитета) можно рассматривать как инактивацию иммунной системы.

Таблица 1 – Соотношение клеток головного отдела почки байкальского омуля в период нагула и нерестовой миграции

Вид клеток	Стадия жизненного цикла	
	Нагул	Нерест
Деструктивно измененные клетки	3,35 ±0,70	0,81±0,27
Ретикулярные клетки	3,71±0,72	3,40±0,60
Плазмоциты	5,72±1,12	1,17±0,31*
Эозинофилы	1,25±0,49	1,85±0,59
Незрелые эозинофилы (Метамиелоциты и миелоциты)	3,14±0,66	0,85±0,26*
Нейтрофилы	1,54±0,44	0,91±0,29*
Незрелые нейтрофилы (Метамиелоциты и миелоциты)	0,61±0,33	0,55±0,22*
Базофилы	1,02±0,63	0,71±0,30
Малые лимфоциты	48,0±2,80	74,41±1,35*
Средние лимфоциты	7,52±1,22	5,99±1,08
Большие лимфоциты	5,00±1,24	1,89±0,57*
Бластные клетки	13,55±1,60	3,98±0,72*
Моноциты	0,87±0,35	0,68±0,25*
Промоноциты	2,59±0,62	1,57±0,36
Митотически делящиеся клетки	1,46±0,44	1,24±0,36

Примечание: (M ± mх) – среднее значение показателя и его ошибка.

\* Достоверные различия у особей в нерестовый период по сравнению с группой особей в нагульный период (при  $p < 0,05$ ).

Изменения содержания малодифференцированных клеток гранулоцитарной линии были аналогичны изменениям содержания бластных клеток. Содержание эозинофилов в разные периоды достоверных различий не имело. Низкое содержание нейтрофилов в нерестовый период может указывать на дестабилизацию иммунной защиты, что объясняет высокую чувствительность и восприимчивость рыб в нерестовый период даже к условно-патогенным микроорганизмам. Значение этих клеток в организме рыб сегодня остается недостаточно изученным. Относительное увеличение нейтрофилов, как и эозинофилов, отмечается у байкальского омуля в нерестовый период в крови при заражении цестодами [5]. С другой стороны, относительная нейтропения в головном отделе почки на фоне увеличения содержания нейтрофилов в периферической крови может указывать и на несущественную роль этого органа в гранулопоэзе у байкальского омуля.

Следует отметить, что среди гранулоцитов нами были идентифицированы клетки с округлой базофильной грануляцией и слабооксифильной цитоплазмой. Эти клетки, по предварительным

результатам, были отнесены нами к базофилам. Содержание этих клеток в головном отделе почки байкальского омуля как в нагульный, так и нерестовый периоды, невелико. В норме базофилы идентифицированы в крови [8] и органах гемопоэза рыб [6]. Достоверных различий в содержании базофилов в разные периоды исследуемых рыб нами не было обнаружено.

### Выводы

Выявлены основные тенденции изменения количественного содержания головного отдела почки байкальского омуля в период нагула и нерестовой миграции. Впервые для системы гемопоэза байкальского омуля идентифицированы клетки с базофильной грануляцией, которые отнесены, по предварительным данным, к базофилам, и выявлены плазматические клетки.

Повышение количества лимфоцитов в почке рыб в период нерестовой миграции говорит об активно идущем лейкопоэзе, который необходим для успешной адаптации организма к изменяющимся условиям среды. Снижение содержания плазмоцитов, нейтрофилов и моноцитов указы-

вает на иммуносупрессию байкальского омуля в нерестовый период.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ «Морфофункциональная организация

мезонефроса лососеобразных» №16-04-00650 и при частичной поддержке гранта РФФИ 15-47-04348 p\_сибирь\_a.

### Литература

1. Микряков, В.Р. Влияние антропогенного загрязнения на иммунологические и биохимические механизмы поддержания гомеостаза у рыб Черного моря [Текст] / В.Р. Микряков, Н.И. Силкина, Д.В. Микряков // Биология моря. – 2011. – Том 37, № 2. – С.142–148.
2. Микряков, Д.В. Изменение морфофизиологических показателей иммунокомпетентных органов карпа *Cyprinus carpio* под влиянием гормона стресса [Текст] / Д.В. Микряков, В.Р. Микряков, Н.И. Силкина // Вопросы ихтиологии. – 2007. – Т. 47, № 3. – С. 418–424.
3. Базов, А.В. Экология воспроизводства селенгинской популяции байкальского омуля [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 : защищена 19.05.2016 / А.В. Базов. – Иркутск, 2016. – 24 с.
4. Vigliano, A.F. Effects of sex and season in haematological parameters and cellular composition of spleen and head kidney of pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) [Text] / Fabricio A. Vigliano, Adolfo M. Araujo, Andre's J. Marcaccini et al. // Fish Physiol Biochem. – 2014. – № 40. – P. 417–426.
5. Мазур, О.Е. Цитоморфологические и биохимические показатели байкальского омуля *Coregonus migratorius* при инвазии плероцеркоидами *Diphyllbothrium dendriticum* [Текст] / О.Е. Мазур, Л.В. Толочко // Известия РАН. Серия биологическая. – 2015. – № 2. – С. 155–162.
6. Назарова, Е.А. Экологическая пластичность структуры ренальной ткани пресноводных и морских костистых рыб [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 : защищена 17.12.2009 / Е.А. Назарова. – Борок, 2009. – 23 с.
7. Амплеева, А.В. Морфофункциональные особенности кроветворных органов и клеток крови у сеголеток белорыбицы [Текст] / А.В. Амплеева, О.В. Ложниченко // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2012. – № 2. – С. 125–130.
8. Шеина, Т.А. Состав крови и содержания тяжелых металлов в органах и тканях у трех видов рыб в бассейне реки Камы [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 : защищена 29.12.2014 / Т.А. Шеина – Пермь, 2014. – 23 с.

### References

1. Mikrjakov, V.R. Vlijanie antropogenogo zagryzhenija na imunologicheskie i biohimicheskie mehanizmy podderzhanija gomeostaza u ryb Chernogo morja [Tekst] / V.R. Mikrjakov, N.I. Silkina, D.V. Mikrjakov // Biologija morja. – 2011. – Tom 37, № 2. – S.142-148.
2. Mikrjakov, D.V. Izmenenie morfofiziologicheskikh pokazatelej immunokompetentnyh organov karpa *Cyprinus carpio* pod vlijaniem gormona stressa [Tekst] / D.V. Mikrjakov, V.R. Mikrjakov, N.I. Silkina // Voprosy ihtologii. – 2007. – T. 47, № 3. – S. 418-424.
3. Bazov, A.V. Jekologija vosproizvodstva selenginskoj populjacii bajkal'skogo omulja [Tekst]: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk : 03.02.08 : zashhishhena 19.05.2016 / A.V. Bazov. – Irkutsk, 2016. – 24 s.
4. Vigliano, A.F. Eff ects of sex and season in haematological parameters and cellular composition of spleen and head kidney of pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) [Text] / Fabricio A. Vigliano, Adolfo M. Araujo, Andre's J. Marcaccini et al. // Fish Physiol Biochem. – 2014. – № 40. – P. 417–426.
5. Mazur, O.E. Citomorfologichesie i biohimicheskie pokazateli bajkal'skogo omulja *Coregonus migratorius* pri invazii plerocerkoidami *Diphyllbothrium dendriticum* [Tekst] / O.E. Mazur, L.V. Tolochko // Izvestija RAN. Serija biologicheskaja. – 2015. – № 2. – S. 155-162.
6. Nazarova, E.A. Jekologicheskaja plastichnost' struktury renal'noj tkani presnovodnyh i morskih kostistyh ryb [Tekst]: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk : 03.00.16 : zashhishhena 17.12.2009 / E.A. Nazarova. – Borok, 2009. – 23 s.
7. Ampleeva, A.V. Morfofunkcional'nye osobennosti krovetvornyh organov i kletok krovi u segoletok belorybicy [Tekst] / A.V. Ampleeva, O.V. Lozhnichenko // Vestnik AGTU. Ser.: Rybnoe hozjajstvo. – 2012. – № 2. – S. 125–130.
8. Sheina, T.A. Sostav krovi i soderzhaniya tjazhelyh metallov v organah i tkanjah u treh vidov ryb v bassejne reki Kamy [Tekst]: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk : 03.02.08 : zashhishhena 29.12.2014 / T.A. Sheina– Perm', 2014. – 23 s.