

УДК 597:57.083.3

В. Р. Микряков, Н. И. Силкина, Д. В. Микряков,
А. И. Баканов

ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГУМОРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA* В ПЕРИОД НАГУЛА ОТ СОСТОЯНИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ

Анализируются данные многолетних исследований изменчивости гуморальных факторов естественного иммунитета леща *Abramis brama* Рыбинского водохранилища в период нагула при различных показателях биомассы и состава кормовых объектов. Установлена связь функциональных характеристик иммунитета с количественными характеристиками и структурой макрозообентоса. Рыбы, выловленные при низких значениях биомассы бентосных организмов, отличались высокой долей содержания иммунодефицитных особей и средними показателями антимикробных свойств сыворотки крови.

Ключевые слова: лещ, иммунитет, макрозообентос, иммунодефицитные особи, хирономиды, олигохеты, моллюски.

Известно, что у рыб реализация биологических функций, связанных с ростом, размножением, выживанием и адаптацией к изменяющимся условиям, зависит от обеспеченности пищей и качественного состава кормовой базы [4, 14—16, 18, 21—23].

Ранее нами на основе многолетних исследований динамики изменения функциональных характеристик гуморального иммунитета леща обнаружена связь между долей иммунодефицитных рыб и условиями нагула [9, 10, 13, 19]. На основании полученных результатов выдвинуто положение, что различия функционального состояния гуморальных факторов иммунитета обусловлены состоянием кормовой базы, в частности биомассой и составом макрозообентоса. Лещ — типичный бентофаг семейства карповых (*Cyprinidae*), его основную пищу составляют олигохеты, хирономиды, мелкие ракообразные, моллюски и т.д. [1, 5, 17]. Исходя из этого, представлялось интересным исследование влияния кормовой базы на иммунный статус.

Следует отметить, что сведения о характере связи функционального состояния иммунной системы рыб, обитающих в естественных условиях в период нереста, с биомассой кормовой базы в доступной литературе отсутствуют. Между тем такие данные важны для понимания не только факторов, обеспечивающих оптимальный рост и развитие рыб, но и функционирова-

© В. Р. Микряков, Н. И. Силкина, Д. В. Микряков, А. И. Баканов, 2014

ния иммунологических механизмов гомеостаза, а также при оценке состояния их здоровья.

Цель настоящей работы — определение функционального состояния гуморального иммунитета леща *Abramis brama* при различных уровнях биомассы макрозообентоса и их качественного состава в местах нагула.

Материал и методика исследований. Материалом для исследований послужили 207 особей леща Волжского плеса Рыбинского водохранилища в возрасте 4+ — 6+, отловленные в период нагула путем траления с экспедиционных судов ИБВВ РАН в районах Коприно и Шумаровские острова (рис. 1). Одновременно для оценки состава и биомассы зообентоса в местах отлова леща отбирали пробы бентоса с помощью дночерпателя ДАК-250. Учет и обработку бентоса осуществляли по общепринятой методике [2, 3].

Характер связи функционального состояния гуморального иммунитета лещей с кормовой базой определяли путем сопоставления биомассы бентоса на 1 м² с уровнем бактерицидной активности сыворотки крови (БАСК) рыб и долей иммунодефицитных (ИМД) и иммунореактивных (ИМР) особей. Выбор показателя БАСК продиктован тем, что он отражает функционирование всего комплекса механизмов естественного иммунитета (системы комплемента, пропердина, иммуноглобулинов, лизоцима, протеасом, С-реактивного белка, бактериолизинов и т.д.), зараженность и устойчивость к паразитам и физиолого-биохимический статус организма рыб [9, 11, 13].

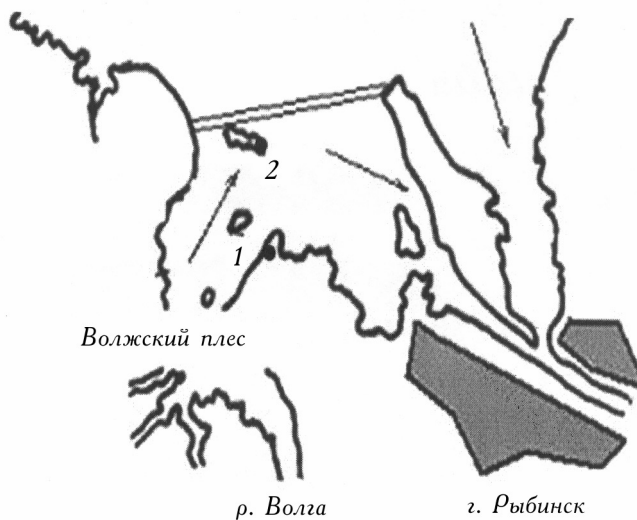
Кровь для получения сыворотки отбирали из хвостовой вены. Активность БАСК определяли с помощью радиоуглеродного и нефелометрического методов [11, 12]. В зависимости от уровня БАСК у рыб выявляли ИМД особей, сыворотка крови которых не угнетала развитие тест-микробов. Результаты исследований подвергали статистической обработке [6].

Результаты исследований и их обсуждение

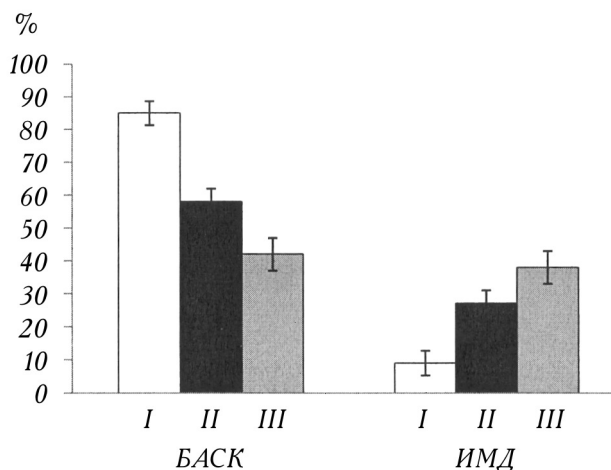
Исследование показателей гуморального иммунитета лещей показало зависимость уровня БАСК и доли ИМД особей от величин биомассы макрозообентоса (рис. 2). Величины БАСК лещей при высокой (21,5 г/м²) биомассе кормовых объектов превышали таковые при низких значениях биомассы (17,9 и 14,2 г/м²) в среднем соответственно на 27 и 43%. Исследованные рыбы отличались не только средними величинами БАСК, но и долей содержания ИМД особей. При высокой биомассе зообентоса количество ИМД особей снижалось, а при низкой — повышалось.

Исследование состава макрозообентоса в районе нагула лещей показало, что основную долю кормовых объектов, аналогично литературным данным [5, 7, 17], составляли олигохеты, затем хирономиды и моллюски (рис. 3). Биомасса бентосных организмов в разные годы сильно варьировала, а ее уменьшение сопровождалось снижением доли всех групп объектов питания, но в основном хирономид.

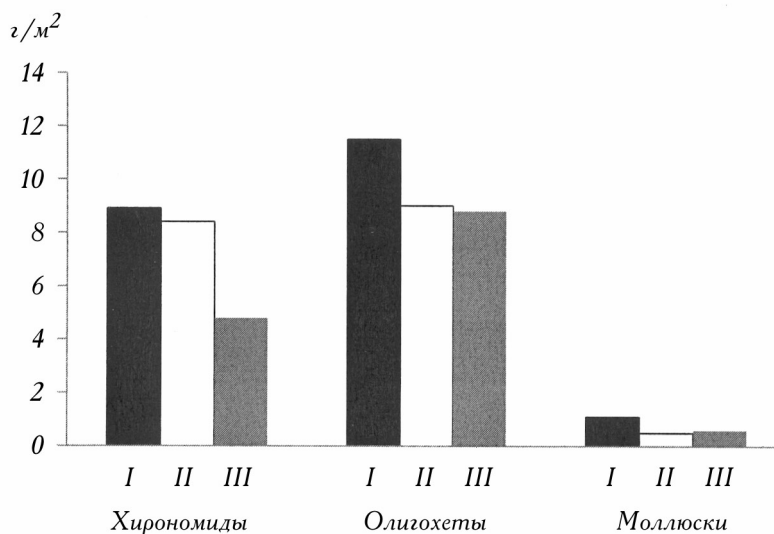
Установленные различия в уровне БАСК свидетельствуют о существовании зависимости между качественным составом кормовой базы, биомассой макрозообентоса и иммунным статусом рыб. Эта зависимость, вероятно, связана с качественным биохимическим составом пищевых объектов, необходимых для поддержания энергетического, пластического, генеративного и соматического роста рыб, в том числе иммунной системы. Об этом свидетельствует исследование биохимического состава кормовых объектов рыб, в котором установлены различные соотношения белковых, углеводных и липидных компонентов, а также аминокислот, витаминов, микроэлементов и др. [7, 8, 16]. Вполне вероятно, что химический состав кормовых объектов оказывает существенное влияние не только на темпы роста, развития и процесс гематогенеза [16, 21—23], активность функционирования пищеварительных ферментов [7], но и на функциональное состояние иммунной системы. Это согласуется с данными исследований зависимости антимикробных свойств сыворотки крови от ее биохимического состава. На примере леца Рыбинского водохранилища показано, что ИМД и ИМР особи различались составом белков, липидов, содержанием свободных аминокислот и соотношениями между ними [13, 19, 20].



1. Карта-схема Волжского плеса Рыбинского водохранилища: 1 — район Коприно; 2 — район Шумаровские острова.



2. Уровень БАСК и количество ИМД особей. Здесь и на рис. 3: I — год с высокой биомассой макрозообентоса (21,5 г/м²); II — год со средней биомассой макрозообентоса (17,9 г/м²); III — год с низкой биомассой макрозообентоса (14,2 г/м²).



3. Биомасса групп макрозообентоса (г/м²) в годы с разной интенсивностью его развития.

Таким образом, проведенные исследования показали зависимость защитных функций гуморального иммунитета от качественного состава и биомассы объектов питания. Показана связь между функциональным состоянием иммунной системы и биомассой и качественным составом макрозообентоса. При низкой биомассе бентосных организмов в популяциях рыб увеличивается доля иммунодефицитных особей и наоборот. Обнаруженные закономерности функционирования иммунной системы при различных уровнях кормовой базы представляют интерес для оценки состояния здоровья рыб, кормовой базы и для понимания причин изменения иммунного статуса в период нагула и требуют проведения дальнейших комплексных исследований.

**

*Проаналізовано дані багаторічних досліджень мінливості гуморальних чинників природного імунітету ляща *Abramis brama* Рибінського водосховища в період нагулу при різних показниках біомаси і складу кормових об'єктів. Встановлено зв'язок функціональних характеристик імунітету з кількісними характеристиками і структурою макрозообентосу. Риби, яких було виловлено за низьких значень біомаси бентосних організмів, відрізнялися високою часткою вмісту іммунодефіцитних особин і середніми показниками антимікробних властивостей сироватки крові.*

**

*Data of long-term researches of variability humoral factors of natural immunity bream (*Abramis brama* L.) the Rybinsk reservoir during the fattening period are analyzed at various levels of a biomass and structure of fodder objects. Connection of functional characteristics of immunity with quantitative characteristics and structure macrozoobenthos is established. The fishes caught at low characteristics of a biomass benthos, differed from those*

high shares of the maintenance immunodeficient individuals and average values of antimicrobial properties of blood serum.

**

1. Атлас пресноводных рыб России / Под ред. Ю. С. Решетникова. — М.: Наука, 2002. — Т. 1. — 379 с.
2. Баканов А.И. Новые модели дочерпателей и оценка агрегированности бентоса // Гидробиол. журн. — 1979. — Т. 15. — № 3. — С. 87—93.
3. Баруцкий Е.В. К вопросу о технике количественного учета донной фауны. Стандартные методы фиксации и количественной обработки озерного бентоса // Тр. Лимнол. ст. в Косине. — 1935. — Вып. 19. — С. 105—125.
4. Дребуагзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. — М.: Наука, 2001. — 276 с.
5. Иванова М.Н., Половкова С.Н., Кияшко В.И., Баканов А.И. Питание и пищевые взаимоотношения рыб в водохранилищах Волжского каскада // Теоретические аспекты рыбохозяйственных исследований водохранилищ. — Л.: Наука, 1978. — С. 55—77.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.
7. Кузьмина В.В. Физиолого-биохимические основы экзотрофии рыб. — М.: Наука, 2005. — 300 с.
8. Кузьмина В.В., Лисицкая Н.Б., Половкова С.Н. и др. Биохимический состав некоторых кормовых объектов рыб Рыбинского водохранилища // Информ. бюл. Ин-та биологии внутр. вод АН СССР. — 1979. — № 44. — С. 58—61.
9. Микряков В.Р. Актуальные вопросы иммунологии рыб // Теоретические аспекты рыбохозяйственных исследований водохранилищ. — Л.: Наука, 1978. — С. 116—133. (Тр. Ин-та биологии внутр. вод; Вып. 32/35).
10. Микряков В.Р. Закономерности функционирования иммунной системы пресноводных рыб: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. — М., 1984. — 37 с.
11. Микряков В.Р. Закономерности формирования приобретенного иммунитета у рыб. — Рыбинск: Ин-т биологии внутр. вод РАН, 1991. — 153 с.
12. Микряков В.Р., Гончаров Г. Д., Романенко В.И. Использование гетеротрофной ассимиляции углекислоты для изучения бактериостатических свойств сыворотки крови рыб // Докл. АН СССР. — 1967. — Т. 177, № 5. — С. 1216—1218.
13. Микряков В.Р., Силкин Н.Ф., Силкина Н.И. Антимикробные свойства сыворотки крови рыб // Физиология и паразитология пресноводных животных. — Л.: Наука, 1979. — С. 125—132. (Тр. Ин-та биологии внутр. вод АН СССР; Вып. 38 (41)).
14. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб, как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. — М.: Наука, 1965. — 365 с.
15. Никольский Г.В. Избранные труды. — М.: ВНИРО, 2012. — 464 с.
16. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. 2-е изд-е, испр. и доп. — СПб.: ГосНИОРХ, 2012. — 564 с.

17. *Погдубный А.Г.* Экологическая топография популяции рыб в водохранилищах. — Л.: Наука, 1971. — 309 с.
18. *Поляков Г.Д.* Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. — М.: Наука, 1975. — 159 с.
19. *Силкин Н.Ф.* Сезонная динамика иммуно-физиологических показателей некоторых карповых рыб: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М., 1984. — 24 с.
20. *Силкина Н.И., Микряков В.Р.* Особенности сезонной динамики общих липидов сыворотки крови леща в разные годы и ее связь с иммунологической реактивностью организма // IV Всесоюз. совещ. по экологической физиологии и биохимии рыб: Тез. докл., Астрахань, сент. 1979 г. — Астрахань, 1979. — Т. 1. — С. 124—125.
21. *Шатуновский М.И.* Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. — М.: Наука, 1980. — 238 с.
22. *Шульман Г.Е.* Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. — М.: Пищ. пром-сть, 1972. — 368 с.
23. *Щербина М.А., Гамыгин Е.А.* Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. — М.: ВНИРО, 2006. — 360 с.

Институт биологии внутренних вод, Борок, РФ

Поступила 11.03.14