

УДК 597.2/5: 574.522

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ КАРАСЯ СЕРЕБРЯНОГО (*CARASSIUS GIBELIO*) ОЗЕРА КАМЕНИК КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2016 Л.В. Мурадова, М.В. Сиротина

Костромской государственный университет им. Н.А. Некрасова

Статья поступила в редакцию 24.05.2016

Статья содержит материалы мониторинговых исследований состояния популяции карася серебряного – доминирующего вида в составе ихтиоценоза восстанавливающейся экосистемы озера Каменик Костромской области по комплексу показателей: морфометрических, морфофизиологических, иммунобиохимических и гематологических. Проведена оценка стабильности развития популяции по флуктуирующей асимметрии билатерально расположенных меристических признаков.

Ключевые слова: озеро Каменик, карась серебряный, Костромская низина, морфометрическая характеристика, морфофизиологические индексы, иммунобиохимические показатели, лейкоцитарная формула, флуктуирующая асимметрия

Водные экосистемы представляют собой наиболее чувствительный элемент биосферы, чутко реагирующий на различные проявления антропогенного воздействия, неизбежно возникающего при эксплуатации водных ресурсов. При этом изменяются условия естественного функционирования гидробиоценозов, претерпевают изменения трофические цепи, структура сообществ, что находит отражение в ухудшении биологической продуктивности и в конечном итоге отражается на рыбопродуктивности водоема. Это вызывает необходимость контроля за результатами антропогенного пресса, разработки подходов для получения точной и полной количественной и качественной характеристики состояния водных экосистем. Временная и пространственная динамика популяций является отражением их приспособительных реакций на постоянно меняющиеся условия среды. Приспособительные реакции могут выражаться в изменении физиологического состояния особей популяции, корректировке ее структурных показателей, миграционной активности и накладывают отпечаток на цикличность периодических явлений разного характера. Для оценки адаптивных изменений популяций необходимо использовать комплекс адекватных методов, органично дополняющих друг друга.

Отбор материала для исследования проводился на озере Каменик, расположенном на территории Костромской низины и принадлежащем Верхне-Костромскому бассейновому округу. Озеро Каменик – третье по величине озеро в Костромской области, имеет площадь 2,72 км<sup>2</sup>, протяженность – 2,1 км, ширину – 0,94 км, образовано при создании Горьковского водохранилища и затоплении части Костромской низины в 1955–1957 гг. Гидрологический комплекс Костромской низины представляет собой систему сообщающихся водоемов, отделен от Костромского участка Горьковского водохранилища дамбами и имеет более низкий уровень воды, чем само водохранилище. Озеро соединяется протокой с рекой Узаксой и через систему карьеров с озером

Турово, их воды поступают в нижний участок реки Костромы, которая представляет собой участок водохранилища руслового типа. Сброс вод из участка Кострома-нижняя осуществляется за счет откачки воды насосной станцией в реку Волгу, при этом изменяется уровень воды всех водоемов Костромской низины, в том числе и озера Каменик. С 1957 года по 2000 г. уровень воды в озере в летний период поддерживался на отметке 77 метров 60 см, что являлось оптимальным для развития биоценоза водоема. Колебания этого показателя, периодически повторяющиеся с 2000 г., привели к негативным процессам в экосистеме – гниению высшей водной растительности, массовой гибели бентосных организмов, заморным явлениям и выпадению ряда видов из состава ихтиофауны водоема.

В настоящее время после корректировки уровня режима, гидрологические и гидрохимические показатели водоема являются благоприятными, на озере идет процесс восстановления экосистемы после катастрофических явлений, заморы возникают редко и не имеют большого распространения. Озеро зарастает тростником, озерным камышом, в воде встречаются кувшинка белая, кубышка желтая, водокрас лягушачий, по берегам гнездятся водоплавающие птицы, встречаются следы деятельности бобров, в зарослях камыша отмечаются хатки ондатры [9]. Одним из достоверных индикаторов экологического баланса водной экосистемы является состояние ихтиофауны. В естественных условиях обитания рыбы подвергаются воздействию различных по природе и происхождению стресс-факторов. При этом стрессовая реакция у рыб сопровождается изменением функционального состояния защитных систем организма и отражается, в первую очередь, на морфометрических, морфофизиологических, иммунобиохимических и гематологических показателях.

Карась серебряный (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) – один из доминирующих видов рыб озера Каменик, занимающий важное место в структуре его экосистемы и являющийся одним из ведущих промысловых объектов [6]. Сохранность и процветание любого вида тесно связаны с его адаптационными способностями к меняющимся факторам среды. Адаптация организмов происходит в виде различных морфофизиологических перестроек на разных

Мурадова Людмила Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и экологии. E-mail: mlv44@mail.ru

Сиротина Марина Валерьевна, доктор биологических наук, заведующая кафедрой биологии и экологии. E-mail: mvsirotnina@gmail.com

уровнях организации живой материи. Массовое развитие и структурообразующая роль карася серебряного в гидроценозе озера в настоящее время позволяют использовать его как биоиндикатор состояния экосистемы.

**Цель работы:** оценить состояние популяции карася серебряного в условиях озера Каменик Костромской области с помощью морфометрических, морфофизиологических, иммунобиохимических, гематологических показателей и дать характеристику стабильности её развития по показателям флуктуирующей асимметрии билатерально расположенных признаков.

**Материал и методика.** Исследования проводились в течение 2013-2015 гг. на базе лаборатории гидробиологии и ихтиологии кафедры биологии и экологии КГУ им. Н.А. Некрасова. Отлов рыбы проводился с помощью сетей с размером ячеек 60×60 мм. После отлова рыб определялась их видовая принадлежность, и анализировались морфометрические показатели. Определение морфометрических показателей осуществлялось по общепринятой методике [7] с помощью штангенциркуля с точностью до 1 мм, взвешивание рыб проводилось на электронных весах с точностью до 0,1 г. Оценка морфофизиологических показателей и индексов рыб осуществлялась по методу С.С. Шварца [10] с последующей статистической обработкой. Взятие крови у рыб, изготовление мазков, определение лейкоцитарной формулы проводилось по общепринятой методике [4]. Определение циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) в

крови осуществлялось по методике Ю. А. Гриневиц, А.Н. Алферова [2], антиокислительной активности биологического материала (ОАА) - по методике В.Л. Семенова и А.М. Ярош [8], определение содержания маладегидрогеназы (МДА) по методике Л.И. Андреевой [1]. Оценка стабильности развития популяции карася серебряного по показателям флуктуирующей асимметрии билатерально расположенных меристических признаков (число лучей в грудных плавниках; число лучей в брюшных плавниках; число лучей в жаберной перегородке; число жаберных тычинок на 1-ой жаберной дуге; число глоточных зубов; число чешуй в боковой линии; число чешуй в боковой линии, прободенных сенсорными канальцами) выполнено по методике В.М. Захарова [3].

**Результаты и их обсуждение.** Индивидуальная изменчивость экстерьерных (весовых и линейных) показателей, характеризующих форму и размеры тела рыбы, зависит от комплекса абиотических и биотических факторов среды, окружающих организм. Индексы органов рыб являются показателем изменений, происходящих в водоеме. Для оценки состояния популяции карася серебряного использовались морфометрические признаки: длина тела, длина тела без хвоста, длина первого луча спинного плавника, длина головы, масса тела. В результате наших исследований установлено, что средняя масса тела карася в летний период 2013-2015 гг. составила 341,7 г, абсолютная длина тела – 24,2 см (табл. 1).

**Таблица 1.** Сезонная динамика морфометрических показателей карася серебряного

| Показатели                       | X±Sx       |       |            |       |
|----------------------------------|------------|-------|------------|-------|
|                                  | лето       | Cv, % | осень      | Cv, % |
| длина тела, см                   | 24,15±0,25 | 10,42 | 26,81±0,09 | 3,5   |
| длина тела без хвоста, см        | 20,04±0,2  | 10,16 | 20,97±0,2  | 21,03 |
| длина головы, см                 | 5,46±0,07  | 12,61 | 5,69±0,17  | 5,7   |
| длина 1-го спинного плавника, см | 3,5±0,06   | 16,52 | 3,48±0,13  | 3,46  |
| вес, г                           | 341,7±16,1 | 27,02 | 413,6±21,4 | 28,63 |

В озере Каменик в настоящее время содержится достаточное количество корма для карася, чем и объясняется его количественное доминирование и средние размеры. Пищей для молоди карася служат мелкие планктонные организмы, с возрастом он переходит на питание донными беспозвоночными животными — мелкими ракообразными, личинками хирономид, стрекоз и подёнок, в небольшом количестве потребляет водоросли и остатки водной растительности, а также детрит. Интенсивность питания имеет ярко выраженный сезонный характер, пик приходится на летний период. Морфометрические показатели карася осенью возросли, так масса тела увеличилась в 1,2 раза, и составила 413,6 г, длина тела составила 26,8 см. Это свидетельствует о хорошей кормовой базе в озере, которая позволяет карасю набрать массу тела за лето и подготовиться к будущей зимовке.

Среда обитания и экологическая специализация вида приводят к формированию ряда адаптаций, затрагивающих не только экстерьерные, но и интерьерные признаки. В связи с этим целесообразно применять метод морфофизиологических индикаторов, который позволяет оценить физиологическое состояние особей конкретных популяций с учетом возрастной, половой и сезонной специфики

животных. При этом исследование физиологических особенностей популяций рассматривается лишь как средство изучения реакций популяции на внешние условия. В соответствии с концепцией С.С. Шварца любое изменение условий жизни прямо или косвенно связано с изменением энергетического баланса организма, что неизбежно приводит к соответствующим морфофункциональным сдвигам [5]. Для характеристики состояния и стрессоустойчивости рыб использовалась сравнительная оценка массы некоторых жизненно важных органов: печень, почка, селезенка. В результате исследований установлено, что наибольшая изменчивость показателей была отмечена для массы селезенки. Увеличение размеров органов обычно связано с усилением функциональных нагрузок на данный орган, что вызвано стимуляцией клеточного синтеза белков. Размеры любого органа рыб находятся в определенной зависимости от размера всего тела. Относительная масса внутренних органов косвенно позволяет судить о физиологическом состоянии организма в целом в тех или иных условиях обитания. Индекс почек является показателем интенсификации обмена веществ организма и не связан с увеличением двигательной активности. Индекс селезенки отражает зависимость от различных условий среды, токсикозов

разной природы, радиационной нагрузки, стрессовых воздействий, условий содержания, способа умерщвления. Селезенка – депо эритроцитов, регулятор кровотока и один из факторов резистентности организма к условиям среды. Индекс печени является общим показателем обеспеченности организма кормами, индикатором напряженности энергетического обмена, токсичности окружающей среды для организма. Анализ полученных данных указывает на то, что самые высокие показатели индекса печени и

индекса почек принадлежат особям осеннего улова, это связано с тем, что в печени идет активное накопление запасов жира и гликогена на зимний период, увеличивается масса тела рыбы (табл. 2). Наибольшим показателем индекса селезенки обладают летние особи, это связано с повышением интенсивности гемопоэза в летний период, когда рыбы наиболее активны. Наименьшие показания индексов всех органов отмечены у рыб, выловленных весной, вследствие истощения организма после зимовки.

**Таблица 2.** Морфофизиологические индексы внутренних органов караса серебряного 2015 г.

| Сезон | Кол-во особей | Масса тела, г | Индексы органов, % |           |           |
|-------|---------------|---------------|--------------------|-----------|-----------|
|       |               |               | печень             | почки     | селезенка |
| весна | 13            | 460,4±25,4    | 3,36±0,27          | 0,49±0,07 | 0,25±0,01 |
| лето  | 21            | 341,7±16,1    | 5,7±0,91           | 0,54±0,07 | 0,37±0,05 |
| осень | 10            | 413,6±21,4    | 12,75±0,64         | 0,55±0,03 | 0,35±0,02 |

Озеро, как водная экосистема, является единственным взаимозависимых среды и обитающей в ней биоты. Трофические (пищевые) связи между организмами образуют трофическую структуру экосистемы, которая регулирует потоки энергии и функционирование сообщества в целом. Пища, поступающая в организм, обеспечивает на всех этапах его развития энергетические процессы, связанные с движением, ростом, развитием, созреванием, размножением. Отдельные приспособления пищеварительного тракта рыб специфичны, т.к. некоторые виды пищи встречаются только в водной среде. Вместе с тем большинство рыб, хотя в норме и поедают какой-то один вид пищи, могут при его отсутствии легко переключаться на другой. Слишком высокая специализация в питании может оказаться опасной для выживания видов.

Карась серебряный относится к всеядным рыбам, представителям семейства карповых, для

которых характерно отсутствие четко обособившегося желудка. Кишечный тракт представляет собой большей частью недифференцированную трубку, сужающуюся к концу, передняя часть которой расширена и напоминает по форме желудок. Кишечник разделен на 3 отдела: передний, средний и задний. Передний начинается от вершины первой петли до пищевода, задний – от вершины последней петли до анального отверстия. Относительная длина кишечника, которая для караса серебряного составляет 2-3, рекомендована для использования в качестве селекционного признака. По наполняемости отделов кишечного тракта можно судить о кормовой базе водоема. При оценке наполняемости кишечника караса (табл. 3) было отмечено, что наибольшие значения этого показателя наблюдались в третьем отделе. Переваренная масса имела темный цвет и была достаточно уплотненной.

**Таблица 3.** Наполняемость пищеварительного тракта и морфофизиологические признаки караса серебряного (2013-2015 гг.)

| Сезон | Масса кишечника, г | Длина кишечника, см | m/M*100 | l/L | Наполняемость отделов пищеварительного тракта, балл |          |          | X ±Sx, балл |
|-------|--------------------|---------------------|---------|-----|-----------------------------------------------------|----------|----------|-------------|
|       |                    |                     |         |     | 1                                                   | 2        | 3        |             |
| зима  | 7,03±0,3           | 99,42±3,7           | 2,1     | 3,6 | 0,43±0,1                                            | 1,42±0,1 | 1,47±0,1 | 1,12±0,3    |
| весна | 17,75±1,9          | 117,62±4,9          | 3,7     | 3,9 | 0,85±0,1                                            | 2,23±0,2 | 3,23±0,2 | 2,10±0,7    |
| лето  | 8,12±0,6           | 101,71±2,9          | 2,3     | 4,2 | 0,91±0,1                                            | 2,29±0,2 | 3,43±0,2 | 2,21±0,7    |
| осень | 10,28±0,7          | 97,70±4,3           | 2,6     | 3,6 | 0,8±0,1                                             | 2,1±0,3  | 3,2±0,2  | 2,03±0,7    |

В среднем наполняемость кишечника зимой была равна 1,12, а летом в 1,9 раз выше. Мониторинг данного показателя позволил сделать выводы, что летом 2015 года наполняемость кишечника была значительно выше, чем в 2014 и 2013 гг., что указывает на более благоприятные кормовые условия в этот период. В результате исследований установлено, что средняя длина и масса кишечника достигают наивысших величин в весенний период, когда идет активный рост рыбы, о чем свидетельствует увеличение длины тела. Наименьшие значения этих показателей отмечаются в зимний период. Относительная длина кишечника колеблется от 3,6 до 4,2, а индекс кишечника от 2,1 до 3,7. Самый высокий индекс кишечника имели рыбы, выловленные в весенний период – период активного питания, несколько ниже был индекс у особей, выловленных осенью, что связано с подготовкой рыбы к зимовке. Самый высокий показатель отношения длины кишечника к дли-

не тела рыбы был у «весенних» рыб, а самый низкий у особей в осенний период. Это связано с замедлением роста кишечника относительно роста тела в связи с уходом рыб на зимовку.

Различные воздействия внешних и внутренних факторов приводят к ответной реакции организма и изменению его гематологических показателей. Изменения в системе крови позволяют оценить не только физиологическое состояние рыбы, но и установить степень благоприятности условий обитания. Важной и информативной в этом отношении является лейкоцитарная формула – как показатель общих неспецифических адаптационных реакций организма, которая универсально и быстро реагирует на изменение статуса организма. В результате исследований установлено, что количество лимфоцитов в головной почке караса было незначительно ниже физиологической нормы и составило 81,2% (табл. 4).

Таблица 4. Содержание форменных элементов в головной почке, %

| Показатели                 | Физиологическая норма | Карась серебряный оз. Каменик |
|----------------------------|-----------------------|-------------------------------|
|                            | X±Sx                  | X±Sx                          |
| лимфоциты                  | 85,6±1,6              | 81,18±0,69                    |
| моноциты                   | 4,2±0,5               | 4,95±0,24                     |
| палочкоядерные нейтрофилы  | 0,4±0,2               | 0,41±0,04                     |
| сегментоядерные нейтрофилы | 0,3±0,1               | 3,36±0,028                    |
| эозинофилы                 | 3,7±1,2               | 1,86±0,08                     |
| базофилы                   | 3,6±0,8               | 2,77±0,20                     |
| бластные клетки            | 0,6±0,4               | 1,91±0,20                     |

Высокое содержание моноцитов, сегментоядерных нейтрофилов и бластных клеток свидетельствует о напряженном состоянии иммунной системы и действии на организм стресс-фактора. В селезенке рыб отмечается несколько повышенное содержание лейкоцитов, что подтверждает наше предположение о наличии стрессирующего влияния на организм карася. Необходим дальнейший мониторинг за гематологическими показателями с целью выявления причин изменения иммунного статуса карася в озере Каменик.

Сезонная динамика гематологических показателей рыб видоспецифична и отражает особенности физиологических реакций, имеющих ритмичный характер. По современным представлениям в основе периодических процессов лежит внутренняя эндогенная программа, на которую оказывает влияние сложный комплекс внешних условий [11]. В летний период наблюдается снижение количества лимфоцитов по сравнению с весенней выборкой на 16%, количество моноцитов увеличивается в два раза и уровень нейтрофилов резко повышается на 16% от общей доли форменных элементов в мазке (табл. 5).

Таблица 5. Содержание форменных элементов в крови и иммунокомпетентных органах

| Форменные элементы, % |            |           |                           |                            |            |           |                 |
|-----------------------|------------|-----------|---------------------------|----------------------------|------------|-----------|-----------------|
|                       | Лимфоциты  | Моноциты  | Нейтрофилы палочкоядерные | Нейтрофилы сегментоядерные | Эозинофилы | Базофилы  | Бластные клетки |
| <b>весна</b>          |            |           |                           |                            |            |           |                 |
| кровь                 | 93,1±0,24  | 3,25±0,22 | 0,55±0,04                 | 0,2±0,03                   | 0,1±0,02   | 1,6±0,14  | 0,85±0,06       |
| селезенка             | 91,75±0,54 | 1,58±0,17 | 0,92±0,16                 | 0,08±0,03                  | 0,17±0,04  | 1,67±0,18 | 1,67±0,20       |
| <b>лето</b>           |            |           |                           |                            |            |           |                 |
| кровь                 | 68,45±1,25 | 6,45±0,40 | 0,75±0,06                 | 17,10±0,9                  | 2,05±0,09  | 1,95±0,11 | 0,80±0,05       |
| селезенка             | 82,45±0,56 | 2,80±0,20 | 11,65±0,32                | 0,65±0,04                  | 1,20±0,07  | 1,00±0,04 | 0,65±0,07       |
| <b>осень</b>          |            |           |                           |                            |            |           |                 |
| кровь                 | 71,55±1,42 | 5,2±0,40  | 3,75±0,06                 | 8,20±0,90                  | 3,25±0,09  | 3,95±0,11 | 4,10±0,05       |
| селезенка             | 84,30±0,07 | 2,42±0,78 | 7,33±0,47                 | 2,65±0,21                  | 1,45±0,09  | 0,95±0,04 | 0,90±0,07       |

В осенний период наблюдается повышение количества лимфоцитов на 2,85% и снижение содержания моноцитов на 0,5% и нейтрофилов на 2% по сравнению с летним периодом. Таким образом, гематологические показатели свидетельствуют о действии адаптационных механизмов и напряженном состоянии иммунной системы карася в условиях восстанавливающейся экосистемы озера. В естественных условиях обитания рыбы неоднократно подвергаются воздействию различных по природе и происхождению стрессирующих факторов, под влиянием которых снижаются темпы роста и развития, повышаются зараженность паразитами и естественная смертность. Это свидетельствует о нарушении функционирования иммунологических и биохимических механизмов гомеостаза и, как следствие, снижение резистентности к возбудителям различных заболеваний. В результате исследований было установлено высокое содержание МДА в летний период во всех изучаемых органах (табл. 6).

МДА является одним из конечных продуктов перекисного окисления липидов, повышение уровня которого свидетельствует об интенсификации процессов, вызванных воздействием стрессирующего фактора. Об этом же свидетельствует снижение

общей антиокислительной активности биологического материала (ОАА), что указывает на уменьшение содержания антиоксидантов под влиянием стресса. Содержание циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) является косвенным дополнением к другим показателям иммунной системы.

Таблица 6. Иммунобиохимические показатели карася серебряного

| Показатели       | Весна    | Лето     | Осень    |
|------------------|----------|----------|----------|
| <b>Печень</b>    |          |          |          |
| МДА, нмоль/г     | 5,8±0,3  | 17,9±1,7 | 5,4±1,5  |
| КОС, л/мл×мин    | 5,3±0,9  | 2,9±0,8  | 3,2±0,7  |
| ЦИК, усл. ед.    | 3,1±0,4  | 7,7±2,7  | 0,3±0,1  |
| <b>Почка</b>     |          |          |          |
| МДА, нмоль/г     | 13,9±1,2 | 17,8±2,2 | 26,9±2,2 |
| КОС, л/мл×мин    | 6,3±0,5  | 3,6±0,7  | 1,6±0,6  |
| ИК, усл. ед.     | 6,4±0,9  | 3,8±0,8  | 4,6±0,7  |
| <b>Селезенка</b> |          |          |          |
| МДА, нмоль/г     | 10,8±0,8 | 15,3±2,5 | 12,6±0,8 |
| КОС, л/мл×мин    | 3,2±0,6  | 4,4±0,8  | 0,7±0,2  |
| ЦИК, усл. ед.    | 7,5±1,1  | 3,1±0,7  | 3,1±0,8  |

Весной у карася отмечаются высокие показатели ЦИК в почках и селезенке, а летом отмечено увеличение ЦИК в печени. Процесс образования

ЦИК является нормой для организма, так как в него постоянно попадают чужеродные белки, они разрушаются фагоцитами в клетках печени и селезенки и выводятся из организма. При развитии различных заболеваний, образуется избыточное количество ЦИК, с выведением которых организм уже не справляется, и они начинают накапливаться в почках и печени, вызывая их заболевания.

Показателем стабильного развития популяции является флуктуирующая асимметрия, представляющая собой незначительные ненаправленные отклонения от строгой билатеральной симметрии вследствие несовершенства онтогенетических процессов, вызванных изменением окружающей среды. Она позволяет определить нарушения развития, происходящие на основе одного и того же генотипа, что определяет флуктуирующую асимметрию как эпигенетическую меру стресса. Средний показатель частоты асимметричного проявления признака (ЧАПП) в 2015 году находился в пределах 0,30-0,33, что по шкале оценки стабильности развития популяции соответствует II баллам и указывает на начальные отклонения от нормы в развитии популяции карася в озере Каменик, а само озеро характеризуется как условно благоприятная среда.

Выводы: популяцию карася серебряного, как доминирующего вида ихтиоценоза озера Каменик, по комплексу биологических показателей можно оценить как стабильно развивающуюся с незначительными отклонениями от нормы, в условиях восстанавливающейся гидроэкосистемы после стабилизации уровня режима водоёма. Для прогноза дальнейшего протекания сукцессионных изменений гидроценоза необходимы мониторинговые наблюдения за важнейшими структурными звеньями

экосистемы, среди которых представители ихтиофауны являются наиболее показательными.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Андреева, Л.И. Модификация метода определения перекисей липидов в тесте с тиобарбитуровой кислотой / Л.И. Андреева, А.А. Кожемякин, А.А. Кушкин // Лаб. дело. 1988. № 11. С. 41-43.
2. Гриневиц, Ю.А. Определение иммунных комплексов в крови онкологических больных / Ю.А. Гриневиц, А.Н. Алферов // Лабораторное дело. 1981. №8. С. 493-496.
3. Захаров, В.М. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ. – М., 2003 25 с.
4. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб № 13-4-2-/1487 02.02.99 г., Министерство сельского хозяйства и продовольствия России, Департамент ветеринарии.
5. Моисеенко, Т.И. Морфофизиологические перестройки организма рыб под влиянием загрязнения (в свете теории С.С. Шварца) // Экология. 2000. №6. С. 463-472.
6. Мурадова, Л.В. Видовой состав ихтиофауны озера Каменик // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. 2014. №2. С. 20-23.
7. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. 375 с.
8. Семенов, В.Л. ??? / В.Л. Семенов, А.М. Ярош // Украинский биохимический журнал. 1985. Т. 57, № 3. С. 50-52.
9. Сиротина, М.В. Эколого-морфологические особенности популяции серебряного карася в озере Каменик / М.В. Сиротина, Л.В. Мурадова // Биолог. 2015. № 4 (8). С. 61-63.
10. Шварц, С.С. Метод морфо-физиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных животных // Зоологический журнал. 1958. Т. 37, вып. 2. С. 161-173.
11. Шилов, И.А. Экология: Учеб. для биол. и мед. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1998. 512 с.

### MONITORING OF SILVER PRUSSIAN CARP POPULATION (CARASSIUS GIBELIO) IN KAMENIK LAKE OF KOSTROMA OBLAST

© 2016 L.V. Muradova, M.V. Sirotina

Kostroma State University named after N.A. Nekrasov

The article contains materials of monitoring research of silver Prussian carp population, which is the dominating species in the ichthyocenosis of improving ecosystem of Kamenik Lake of Kostroma oblast in a variety of metrics: morphometric, morpho-physiological, immune-biochemical and hematological metrics. The sustainability of evolvement of the population was assessed in terms of fluctuating asymmetry of bilaterally allocated meristic indicators.

Key words: Kamenik Lake, silver prussian carp, Kostroma bottomland, morphometric character, morpho-physiological indices, immune-biochemical indicators, leukogram, fluctuating asymmetry