

*На правах рукописи*



**ВОЛЫНКИН Юрий Леонидович**

**МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС  
КАК ОТРАЖЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ  
ОРГАНИЗМА РЫБ**

03 00 13 – физиология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора биологических наук



**Москва 2008**

Работа выполнена на кафедре зоологии и экологии ГОУ ВПО «Белгородский государственный университет»

Официальные оппоненты: доктор биологических наук  
**Маслова Неонила Ивановна**

доктор биологических наук, профессор  
**Головина Нина Александровна**

доктор биологических наук  
**Кляшторин Леонид Борисович**

Ведущая организация                    ГУП ВПО «Московский государственный университет технологий и управления»

Защита диссертации состоится «9» июня 2008 года в 16 часов на заседании диссертационного совета Д 220 043.09 при Российском государственном аграрном университете – МСХА имени К.А. Тимирязева по адресу. 127550, Москва, ул Тимирязевская, 49, ученый совет РГАУ – МСХА имени К А Тимирязева, тел. (факс) (495) 976-24-92

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНБ Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К А Тимирязева

Автореферат разослан «28» апреля 2008 года и размещен на сайте ВАК [www.vak.ed.gov.ru](http://www.vak.ed.gov.ru)

Ученый секретарь  
диссертационного совета



**А.А. Ксенофонтова**

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Морфофизиологический статус, как совокупность морфологических и гематологических показателей, объективно отражающих физиологическое состояние рыб, может эффективно использоваться для решения теоретических и практических вопросов рыбохозяйственной науки.

Проблемы аквакультуры требуют дальнейшего развития теории и практики применения морфофизиологических индикаторов (Шварц С С и др , 1968), показателей красной (Коржуев А П , 1964) и белой (Головина Н А , Тромбицкий И Д , 1989) крови

Несмотря на фундаментальные исследования, проведенные в области ихтиогематологии (Иванова Н Т., 1970, 1983, 1995; Fange R , 1968, Ellis A E , 1977), уровень знаний о методе морфологического анализа крови рыб и эффективность его практического использования все еще недостаточны по сравнению с применением их в клинической и военной медицине (Кассирский И А , Алексеев Г А , 1970, Козинец Г И и др , 2004) Имеющиеся сведения о составе, способах идентификации, морфологических особенностях и количественной динамике лейкоцитов и тромбоцитов у пресноводных и морских рыб не позволяют эффективно использовать показатели белой крови в качестве морфофизиологического индикатора, поэтому изучение морфологии клеток крови у рыб остается актуальным.

Исследование морфофизиологического статуса рыб имеет большое значение для создания новых технологических приемов выращивания для прогнозирования количества сеголетков в выростных прудах, оперативного нормирования кормления сеголетков и товарной рыбы, а также для оценки состояния здоровья рыбы Известно, что аэромоноз и ботриоцефалез относятся к особо опасным болезням в списке Минсельхоза РФ (2005), поэтому разработке способов их профилактики мы уделили особое внимание

В последние годы, после десятилетнего перерыва в зимовальных прудах хозяйств Белгородской области зафиксированы случаи гибели рыбопосадочного материала Причины гибели молоди точно не установлены, а средства борьбы не разработаны, чем обусловлена актуальность исследования клинических, морфологических и гематологических изменений у зимующей в прудах молоди карпа

Гибель трехлетков карпа в мае объясняется бактериальным заболеванием – аэромонозом (Бычкова Л.И , Юхименко Л.Н., 2001) Профилактику и лечение аэромоноза осуществляют с помощью лечебных кормов, содержащих препараты нитрофуранового ряда, антибио-

тика антибак, иммунопротектора субалин, новейших отечественных вакцин Несмотря на это, в ряде случаев развитие выраженной клинической картины аэромоноза и гибель рыб в весенний период все же имеют место (Борисова М Н , 2005) Недостаток данных о развитии симптомов аэромоноза сдерживает разработку методов ранней диагностики болезни, а также средств и способов предупреждения возникновения аэромоноза, адекватных опасности болезни. Изучение патогенеза аэромоноза, морфофизиологических изменений у карпа на разных стадиях развития болезни остается актуальным

В промысловой ихтиологии, среди множества направлений исследований, особое значение имеет краткосрочное прогнозирование положения и путей перемещения внутрипопуляционных группировок рыб (Кузнецов В Н., Колпиков Ю Е., 1981). Актуальным является выяснение и теоретическое обоснование морфофизиологических критериев миграционного и нагульного состояния рыб

**Цель и задачи исследования.** Цель настоящей работы – на основе изучения морфофизиологического статуса дать научное обоснование адаптационных возможностей организма рыб в периоды нагула, зимовки, миграции путей решения вопросов выращивания карпа, профилактики патологий (псевдомоноза, аэромоноза и ботриоцефалеза), идентификации нагульного и миграционного физиологического состояния у морских рыб Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

– выявить особенности морфологии клеток крови карпа в норме и при бактериальных патологиях, выяснить клеточный состав крови у ряда морских рыб, дать сравнительную характеристику клеток крови пресноводных и морских рыб,

– изучить сезонную динамику морфофизиологических показателей у карпа и обосновать методику прогнозирования количества сеголетков карпа в возрастных прудах,

– исследовать изменения морфофизиологических показателей сеголетков карпа при инфекционных патологиях (на примере псевдомоноза), теоретически обосновать и разработать способ их профилактики;

– изучить патогенез аэромоноза карпа, выявить последовательные стадии развития болезни, дать гематологическую характеристику рыб по стадиям ее развития, теоретически обосновать и разработать (с помощью морфофизиологических методов) способы применения эффективных лечебных комбикормов для профилактики бактериальных болезней (на примере аэромоноза);

– установить влияние кормления карпа зерном на морфофизиологические показатели, выявить комплекс морфофизиологических

индикаторов для оперативного нормирования кормления при смешанной посадке карпа, оценить действие гашеной извести и корма «Циприноцестин-2» на морфофизиологические показатели карпа,

– определить морфофизиологические индикаторы нагульного и миграционного состояния у путассу, сравнить влияние активизации пластического обмена в период нагула у карпа и у путассу на их морфофизиологические показатели

**Научная новизна и теоретическая значимость.** У морских и пресноводных рыб отрядов карпообразных, трескообразных и окунеобразных установлено сходство морфологии и закономерностей количественной динамики эритроцитов, лимфоцитов и нейтрофилов. Доказано, что состав и тинкториальные свойства других клеточных типов крови отличаются на уровне отрядов и даже на уровне семейств.

Впервые зафиксировано необратимое изменение структуры ядер эритроцитов у карпа под воздействием патогенных аэромонад и псевдомоноад – конденсация ядерного хроматина вблизи мембраны. После снятия с помощью лечебных средств негативного воздействия в периферической крови рыб появляются полихроматофильные и постепенно накапливаются зрелые эритроциты с неповрежденными ядрами.

Установлено, что голоядерные клетки рыб по морфологии близки к лимфоцитам, а типичные тромбоциты представлены округлыми, овальными и вытянутыми формами. При созревании и старении тромбоциты «вытягиваются» подобно эритроцитам, поэтому в качестве морфофизиологического индикатора целесообразно выражение соотношения округлых, овальных и вытянутых тромбоцитов у рыб в процентах – тромбоцитарная формула.

Показано, что в осенний период у сеголетков карпа (сначала у крупных, а затем у мелких) наблюдается кратковременное переходное от летнего к зимнему физиологическое состояние, которое характеризуется увеличением скорости переноса кровью протеина и лейкоцитозом.

Выявлено увеличение оснащенности гемоглобином и объема крови у карпа в течение зимовки, особенно сильно выраженное при псевдомонозе и связанное с накоплением пигмента в крови и тканях, поскольку при зимнем голодании затрудняется его выведение из организма с желчью.

Выяснено, что псевдомоноз осложняется бактериальным поражением покровов, что приводит к преждевременному истощению, патологическому ожирению и гибели рыб. Первопричиной возникновения зимних бактериальных инфекций карпа является наруше-

ние функционирования системы иммунитета при хроническом токсическом воздействии на рыб пестицидного загрязнения водоемов

Аэромоноз у трехлетних карпов весной протекает подостро с шестью последовательными стадиями развития болезни, со специфическими особенностями морфофизиологического статуса. Установлено, что для развития иммунитета у карпа требуется взаимодействие с «местными» штаммами аэромонад в течение не менее десяти лет. Яркой картины клинических признаков аэромоноза при этом не наблюдается, но адаптация к болезни приводит к остановке роста в мае и в июне, к задержке становления летнего типа белой крови

Показано, что при умеренном кормлении искусственными кормами объем пищевого комка у товарного карпа остается относительно постоянным, поэтому коэффициент упитанности по Фультону объективно отражает соотношение скорости линейного и весового роста рыб

В прудовых биоценозах, как и у наземных позвоночных животных, действует «принцип доминантности» в питании, согласно которому группы мелких рыб допускаются к корму в последнюю очередь, поэтому определение суточной дозы корма проводится по показателю ожирения внутренностей карпа группы «мелкие»

Установлено, что у путассу в нагульный период активный пластический обмен происходит при низкой концентрации гемоглобина, а различия этого показателя при миграции и в состоянии нагула сохраняются, несмотря на высокий уровень обловного стресса. Благодаря этому концентрация гемоглобина служит индикатором индивидуальной миграционной активности

В период нагула у путассу закономерные изменения в составе белой крови менее выражены, чем у карпа. Мы связываем эти отличия с различиями в составе корма

Выяснено, что для оценки физиологического состояния рыб (карпа и путассу) главным является концентрация гемоглобина в периферической крови, а другие показатели красной крови имеют второстепенное значение

**Практическая значимость работы.** Изучение морфофизиологического статуса рыб позволяет судить о количестве сеголетков в выростных прудах (что необходимо для нормирования кормления и прогнозирования осенних результатов выращивания), обеспечить профилактику (снижение) массовой гибели рыбопосадочного материала в зимовальных прудах от псевдомоноза, разработать эффективные лечебные гранулированные комбикорма и способ их применения для профилактики аэромоноза карпа

Выявлено, что изучение максимального числа показателей у отдельных рыб позволяет характеризовать физиологическое состояние их группы по ограниченной выборке (10 – 15 особей).

Предложенная нами методика ранней диагностики псевдомоноза, осложненного вторичным бактериальным поражением покровов, предусматривает проведение профилактической обработки рыб в зимовальных прудах гипохлоритом кальция. Создана ветеринарная инструкция по борьбе с псевдомонозом рыбопосадочного материала.

Нами разработаны лечебные корма ЛКФ (лечебный комбикорм с фурацилином, авторское свидетельство №1751880) и ЛГК (лечебный гранулированный комбикорм с фуразолидоном, патент № 2281768). На основе морфофизиологических показателей доказана их эффективность для профилактики аэромоноза и безвредность для рыб, подготовлены и утверждены ветеринарные инструкции по использованию этих кормов.

Для профилактики кишечных цестодозов карпа предлагается лечебный комбикорм «Циприноцестин-2». Нами установлена его эффективность при однократном применении и безопасность для организма рыб. Негашеная известь не обладает достаточным терапевтическим действием.

Разработан способ контроля роста карпа, позволяющий оценивать адекватность суточной дозы корма в период времени за 5 – 7 дней до исследования и устанавливать оптимальную суточную дозу корма на 7 – 10 дней вперед, даже если количество рыбы в пруду неизвестно.

В настоящее время лечебные корма ЛКФ и ЛГК используются для профилактики аэромоноза в рыбхозах Белгородской области, что подтверждается актами об их внедрении.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Оценка степени физиологического благополучия карпа в зависимости от условий содержания и кормления с помощью морфофизиологических показателей.

2. Адаптационные возможности организма рыб в условиях зимовки в прудах зависят от степени воздействия биотических факторов, в частности бактериального прессинга.

3. Воздействие бактериальной инфекции (на примере аэромоноза) на морфофизиологический статус и разработка способа повышения неспецифической резистентности организма рыб при использовании специальных кормов.

4. Использование в качестве индикаторов нагульного и миграционного состояния морских рыб интенсивности накопления и расхо-

дования питательных веществ и динамики гематологических показателей

**Апробация результатов исследования** Основные материалы диссертации доложены на 69-й сессии Международного совета по изучению моря ИКЕС (Калининград, 1981), на VI Всесоюзной конференции «Экологическая физиология и биохимия рыб» (Вильнюс, 1985), на Всесоюзном совещании «Современное состояние и перспективы развития прудового рыбоводства» (Москва, 1987), на Второй чешской ихтиогематологической конференции [2 celostatni ichthyohematologicka conference] (Litomyšl, 1989), на Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию основания Калининградского государственного технического университета (Калининград, 2000), на Международной научной конференции «Инновации в науке и образовании – 2003» (Калининград, 2003); на Международной научной конференции, посвященной 10-летию КГТУ, «Инновации в науке и образовании – 2004» (Калининград, 2004), на Международной научной конференции «Физиология, биология, морфология и систематика паразитов» (Москва, 2006), на IX Международной научно-практической экологической конференции «Современные проблемы популяционной экологии» (Белгород, 2006), на конференции «Ихтиологические исследования на внутренних водоемах» (Саранск, 2007)

**Публикация результатов работы.** По теме диссертации опубликованы 42 работы, среди них 3 изобретения и 10 статей в рецензируемых журналах

**Структура и объем диссертации.** Рукопись диссертации состоит из введения, 8 глав, выводов и библиографического списка. Работа изложена на 323 страницах, содержит 20 таблиц, 28 рисунков. В библиографическом списке 604 источника, в том числе 547 отечественных и 57 – на иностранных языках. В приложение вынесены список сокращений, основные классификации клеток крови рыб, ветеринарные инструкции по проведению зимней обработки рыбы в прудах гипохлоритом кальция и по применению лечебных кормов, некоторые акты внедрения изобретений и патента

## 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для изучения морфологии клеток послужили препараты периферической крови рыб, полученные нами в разные годы (1974-2005) от 17 видов пресноводных и морских рыб, причем для восьми видов морских рыб такие исследования проводились впервые



Морфофизиологические исследования выполнялись преимущественно на карпе и на путассу. Изучение влияния плотности посадки на темп роста, морфофизиологические показатели сеголетков карпа проводили на материале, полученном в Железнодорожном (1984-1987 гг.) и Новооскольском (1987 г.) зональных рыбопитомниках. Наблюдения за течением зимовки карпа вели в течение двух сезонов (1982-1984 гг.). Расширенные морфофизиологические исследования зимующих карпов с определением показателя оснащённости гемоглобином (г/кг) выполняли в условиях Белгородской живорыбно-сбытовой базы (1987-1988 гг.). Клинические, паразитологические и морфофизиологические наблюдения за развитием псевдомоноза с сопутствующей ему массовой гибелью годовиков карпа и растительноядных рыб в зимовальных прудах вели в Новооскольском рыбопитомнике и Губкинском рыбхозе (1982-1989 гг.). Здесь же отработывали методику профилактики псевдомоноза рыб гипохлоритом кальция в прудах.

Клинические наблюдения за состоянием здоровья товарных карпов проводили в рыбхозах Белгородской области при каждом контрольном облове с периодичностью один раз в 10 дней (1992-2005 гг.). На основе результатов собственных исследований выявлены последовательные стадии развития аэромоноза в весенний период и соответствующие гематологические изменения, которые проследили в прудах Грайворонского рыбхоза (1989 г.), выведенного на карантин. Морфофизиологические исследования при испытании лечебных кормов ЛКФ и ЛКК проводили в аквариумных опытах на сеголетках карпа (1991 г.) и в производственных условиях на товарных карпах (2003 г.).

Показатели роста товарных карпов изучали в хозяйствах Белгородской области (1988-1991, 1995-2005 гг.), систему лабораторного контроля над выращиванием рыбы апробировали в Нагульном пруду площадью 200 га (ЗАО «Рыбхоз Ураевский»). Проведен сравнительный анализ морфофизиологических изменений карпа и морского мигранта Северо-Восточной Атлантики (1979 – 1981 гг.) на основе результатов собственных исследований.

При изучении морфологии клеток крови рыб учитывали руководство М. Г. Абрамова (1979), З. М. Калашниковой (1981), Н. Т. Ивановой (1983).

Размерно-весовые и гематологические показатели определяли по общепринятым методам (Лиманский В. В. и др., 1984, Щербина М. А. и др., 1992). В качестве одного из морфофизиологических индикаторов изучали индекс средней почки карпа. Ожирение внутренностей рыб оценивали по четырехбалльной шкале в соответствии с инструкцией «Запробпромразведки» (1977).

Объем крови и оснащенность организма гемоглобином у карпа определяли методом экстрагирования (Глазова Н Т, 1981) в нашей модификации концентрацию гемоглобина в крови и в экстракте находили с помощью фотозлектроколориметра

Основное окрашивание мазков крови рыб выполняли по Паппенгейму, препараты жаберной ткани и слизи окрашивали по Май-Грюнвальду (Бокуняева Н И и др, 1975) Для идентификации нейтрофилов рыб применяли пероксидазную реакцию, для отдифференцировки тромбоцитов от лимфоцитов использовали метод окрашивания Альтгаузена и метод Фолио (Haider G, 1967)

Площадь поверхности клеток крови определяли по формуле Е А Веселова (1959) У эритроцитов и вытянутых тромбоцитов дополнительно вычисляли индекс вытянутости – отношение ширины клетки к ее длине (Волынкин Ю.Л, Аминаева В А, 1990)

Для установления приблизительного количества лейкоцитов и тромбоцитов на части материала использовали показатель «отношение количества лейкоцитов (Л) и тромбоцитов (Тр) к количеству эритроцитов (Эр)» (Остроумова И Н, 1972, Житенева Л Д, Гориславская М М, 1986), который вычисляли по формуле  $100 * (Л + Тр) / Эр (\%)$ , а также отношение количества лейкоцитов к количеству тромбоцитов (Ellis A E, 1976) или «Индекс Л/Тр».

Наблюдение за состоянием здоровья рыб включало осмотр всей пойманной рыбы, клиническое исследование, патологоанатомическое вскрытие в каждой размерно-весовой группе рыб (около 10 особей), изучение эктопаразитов на препаратах слизи и жабр (Гончаров, 1973) Для оценки бактериальной обсемененности покровов рыб использовали метод микроскопии окрашенных препаратов соскобов с жабр и слизи рыб (Волынкин Ю Л и др., 1991)

У рыб, изученных одновременно, вычисляли основные статистические характеристики показателей. Материалы обрабатывали с помощью пакета анализа «Excel» с использованием статистических критериев  $t_{ст}$  – Стьюдента, F – Фишера,  $\chi^2$  – «хи-квадрат», дисперсионного анализа, а также устанавливали корреляционные связи (Плохинский Н А, 1970, Боровиков В, 2001) Различия изученных показателей считали достоверными при  $p < 0,05$  (Урбах Ю.Б, 1964)

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 3.1. Морфологические аспекты идентификации клеток крови рыб

У эритроцита карпа при созревании от базофильного к полихроматофильному уменьшается его ширина; при развитии до стадии зрелого эритроцита форма клетки не изменяется. При старении происходит дальнейшее «сужение» клетки. Разрушение эритроцита начинается в периферической крови и происходит в трех морфологических формах: клетки с разрушенным ядром, клетки с разрушенной цитоплазмой и «ядерные тени». В нормальной крови присутствуют до трех процентов мелких, наиболее «суженных» эллипсоидных эритроцитов с темной цитоплазмой – микроцитов. При развитии псевдомоноза наблюдается снижение резистентности эритроцитов, анизоцитоз, пикноз ядра, сдвиг ядра к краю клетки, малиновая грануляция в цитоплазме, появление эритропластидов. Отмечается наличие бактерий в плазме.

При зимнем псевдомонозе молоди и при весеннем аэромонозе трехлетков карпа обнаружено массовое нарушение структуры ядер эритроцитов: оно проявлялось в расположении хроматиновых нитей по контуру ядра и в просветлении его центральной части (рис. 1).

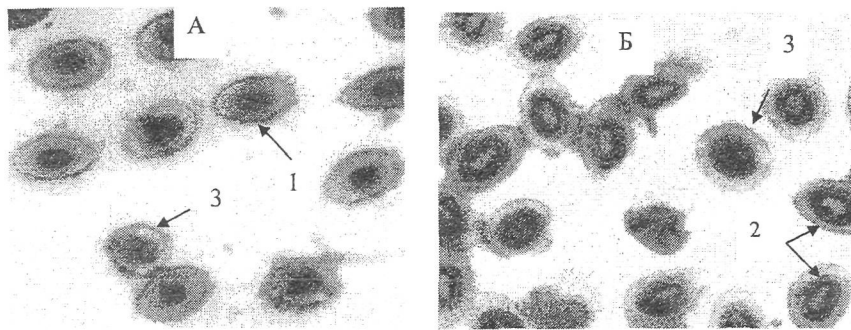


Рис. 1. Морфология эритроцитов крови карпа в норме (А) и при патологических изменениях структуры ядра (Б):

1 – зрелый эритроцит, 2 – зрелый патологический эритроцит, 3 – полихроматофильный эритроцит

Полная замена эритроцитарного пула у зимующей молоди карпа происходит в течение около 20 дней. Следовательно, описанная патология – кольцевое расположение хроматина в ядре эритроцитов рыб – необратима и обусловлена действием токсинов как вырабатываемых бактериями, так и поступающих в организм рыб из внешней среды.

Единообразие в развитии клеток крови у исследованных видов рыб относится к эритроцитам, к их созреванию, старению и разрушению. В составе клеток белой крови у изученных рыб лимфоциты и нейтрофильные гранулоциты идентичны по морфологии и по отношению к красителям, поэтому их динамика в лейкоцитарной формуле с учетом созревания позволяет судить о физиологическом состоянии рыб.

Развитие большинства нейтрофилов у рыб в периферической крови заканчивается на стадии метамиелоцита, после чего они мигрируют в ткани (Калашникова З.М., 1976), тогда как у млекопитающих оно продолжается до сегментоядерных форм. У карпа доля старших возрастных категорий нейтрофилов увеличивается при выполнении ими функциональной нагрузки в пределах сосудистой системы (при псевдомонозе в период выздоровления и при развитии симптомов аэромоноза).

Состав других гранулоцитов рыб различается на уровне отрядов и даже между некоторыми семействами. Среди лейкоцитов путассу встречаются специфические для ее крови гранулоциты с базофильной зернистостью, отличающиеся от гранулоцитов других рыб большими размерами и ядром, которое лежит эксцентрично, как бы вне клетки, имеет вид перевернутой чашки.

У морских окунеобразных рыб из семейства Спаровых (Sparidae) пагра, зубана, пагелла (в отличие от рыб семейства Скумбриевых – Scombridae) – нейтрофилы почти всегда отсутствуют. Одновременно в примерно эквивалентном количестве у этих рыб встречаются клетки сходных размеров и формы, но имеющие в цитоплазме темно-синие, до черного цвета гранулы, средней величины и мелкие многочисленные темно-фиолетовые, фиолетовые или малиново-фиолетовые зерна. При окраске на пероксидазу в цитоплазме этих клеток выявляются темно-бурые или почти черные гранулы. По-видимому, зернистые гранулоциты спаровых являются аналогом нейтрофилов крови остальных изученных морских и пресноводных окунеобразных.

Морфология моноцитов рыб по форме клетки и ядра сходна с классически описанной (Козинец Г.И. и др., 2004), но отличается, особенно у морских рыб, более выраженной негомогенностью и ба-

зофиллей цитоплазмы (Иванова Н Т, 1983, Волынкин Ю Л, 1986) Следовательно, не может быть единой классификации лейкоцитов для всех рыб

Тромбоциты рыб дифференцируются по форме клетки на округлые, овальные и вытянутые клетки с большим, центрально лежащим ядром и гомогенной бесцветной или слегка розоватой цитоплазмой, имеющей ровный край Тромбоциты путассу различаются также по виду цитоплазмы. Она может иметь форму эллипса, а также при движении быть вытянутой в острие с одной стороны или выглядеть в виде язычков, расположенных по полюсам клетки Неправильная форма клетки характерна только для стареющих тромбоцитов, которые по тинкториальным свойствам резко отличаются от голаядерных клеток

У морских окунеобразных рыб тромбоциты наиболее дифференцированы Кроме типичных тромбоцитов у них встречаются «голаядерные тромбоциты» Клетки имеют округлую, каплевидную (когда плотное темно-фиолетовое ядро заострено с одной стороны и закруглено с другой), или веретеновидную (у которых ядро заостряется с обоих концов) форму, или же края вытянутого ядра закруглены Цитоплазма отсутствует или же клетки могут иметь один – два язычка цитоплазмы фиолетового или бледно-голубого цвета У карпа и путассу такие клетки не встречаются или же единичные

Существенные различия между морскими и пресноводными окунеобразными рыбами заключаются также в количественном соотношении клеточных типов белой крови В крови пресноводных окунеобразных увеличено количество лимфоцитов (61,1 %) и «голаядерных тромбоцитов» (29,9 %), и понижено содержание типичных тромбоцитов (3,7 %), тогда как у морских рыб доля названных клеточных элементов крови составляет 16,2, 54,0, 27,3 % %, соответственно Высокое содержание голаядерных клеток в крови морских окунеобразных при низком количестве лимфоцитов также позволяет предположить родственное положение этих клеточных типов

### **3.2. Влияние плотности посадки на морфофизиологические показатели сеголетков карпа**

Изучение морфофизиологического статуса сеголетков карпа при выращивании в прудах подтверждает известные закономерности: летнее физиологическое состояние характеризуется интенсивным линейным и весовым ростом, умеренно высокой концентрацией гемоглобина, повышенным содержанием лейкоцитов, а среди них –

лимфоцитов, усиленной продукцией нейтрофилов и интенсивной их миграцией из кровяного русла в ткани, преобладанием среди тромбоцитов клеток округлой формы

У сеголетков карпа коэффициент упитанности по Фультону хорошо отражает соотношение линейного и весового роста он временно увеличивается в июле, когда в период привыкания сеголетков к искусственным кормам тормозится линейный рост, и значительно снижается в августе – при интенсивном линейном росте рыб. В июле у сеголетков возрастает доля базофильных эритроцитов, в дальнейшем онтогенезе среди незрелых клеток красного ряда преобладают полихроматофильные эритроциты. В августе у карпа индексы печени и селезенки сравнительно низкие, концентрация гемоглобина умеренно высокая, среди лейкоцитов доля нейтрофилов снижается в пользу лимфоцитов, отражая летнюю норму лейкоцитарной формулы (Тугарина П Я, Рыжова Л И, 1970; Глаголева Т П., 1977)

В сентябре наблюдается переходное (от летнего к зимнему) физиологическое состояние сеголетков карпа. При замедлении линейного роста увеличиваются упитанность, индекс печени, индекс селезенки, повышается содержание белка в плазме, а также количество лейкоцитов, резко снижается концентрация гемоглобина. В лейкоцитарной формуле значительно и достоверно увеличивается доля малых лимфоцитов, понижается содержание нейтрофилов (как и ранее, среди них преобладают нейтрофильные миелоциты), но количество клеток всех стадий равномерно сокращается, резко замедляется как нейтрофилопоз, так и миграция нейтрофилов в ткани. Наряду с этим в сентябре отмечается наибольшая доля в крови псевдоэозинофилов

С сентября по ноябрь концентрация гемоглобина в периферической крови карпа остается почти неизменной. Снижение скорости переноса белка кровью, усиление эритропоза, понижение количества лейкоцитов и скорости их поза, накопление в крови зрелых нейтрофилов отражают постепенный переход карпов от летнего к зимнему физиологическому состоянию

Величина концентрации гемоглобина крови карпа летом и ранней осенью связана с условиями обитания, определяется различиями в затратах энергии на адаптацию к химическому составу воды, к негативному влиянию метаболитов рыб. При интенсивном росте рыб она уменьшается (до 55 г/л), при ухудшении качества воды – возрастает (до 108 г/л) (Волкова С И, 1982). Эти данные согласуются со сведениями о низкой оснащенности гемоглобином быстрорастущих рыб (Попов О П, 1975)

Средняя масса карпа, выращенного в одинаковых условиях кормления, находится в строгой обратной зависимости от конечной плотности посадки, вычисленной по результатам облова (табл. 1)

### 1. Результаты выращивания сеголетков карпа в выростных прудах

Выростной пруд, группа рыб	1	2	3	4
Происхождение	местный	кросс	кросс	местный
Средняя масса, г	10,0	22,5	27,6	28,1
Плотность, тыс шт /га	84	61	33	28
Рыбопродуктивность, т/га	0,84	1,37	0,90	0,79
Площадь пруда, га	10	10	20	7

При выращивании кросса местного и румынского карпа достигаются более высокая масса и рыбопродуктивность, чем у местного карпа, как при плотной, так и при разреженной посадке. Помесь отличается увеличенным коэффициентом упитанности вследствие высокоспинности родительской формы – карпа «Фресинет» (рис. 2).

Индекс печени и содержание белка в плазме отличаются у рыб из разных прудов. Низкая концентрация гемоглобина осенью может еще более существенно понижаться и варьирует независимо от изменений содержания белка и индекса печени.

Осенью у сеголетков отсутствуют корреляционные связи ( $r = 0,00 - 0,07$ ) между длиной, упитанностью, белком плазмы и количеством разрушенных эритроцитов. Слабая корреляционная связь ( $r = -0,25 - -0,34$ ) отмечена между количеством незрелых эритроцитов и показателями: длина, концентрация гемоглобина, количество разрушенных эритроцитов. Отмечено, что концентрация гемоглобина и содержание белка в плазме варьируют независимо ( $r = 0,12$ ).

В осенний период у сеголетков карпа четырех групп отмечено (отличающееся по времени) существенное увеличение концентрации белка в крови и индекса печени, что свидетельствует о кратковременном периоде резкой активизации метаболизма. При этом процесс белковой перестройки у малоупитанных рыб первой группы еще не начался, у рыб второй группы он протекает с умеренной скоростью, в четвертой группе перестроечные процессы достигают высокой интенсивности, а в третьей группе они уже закончились. Эти изменения укладываются в рамки сезонных физиологических процессов, они происходят не у всех рыб одновременно: сначала у крупных, а затем у мелких карпов (сначала в прудах с низкой, затем – с высокой плотностью посадки рыбы).

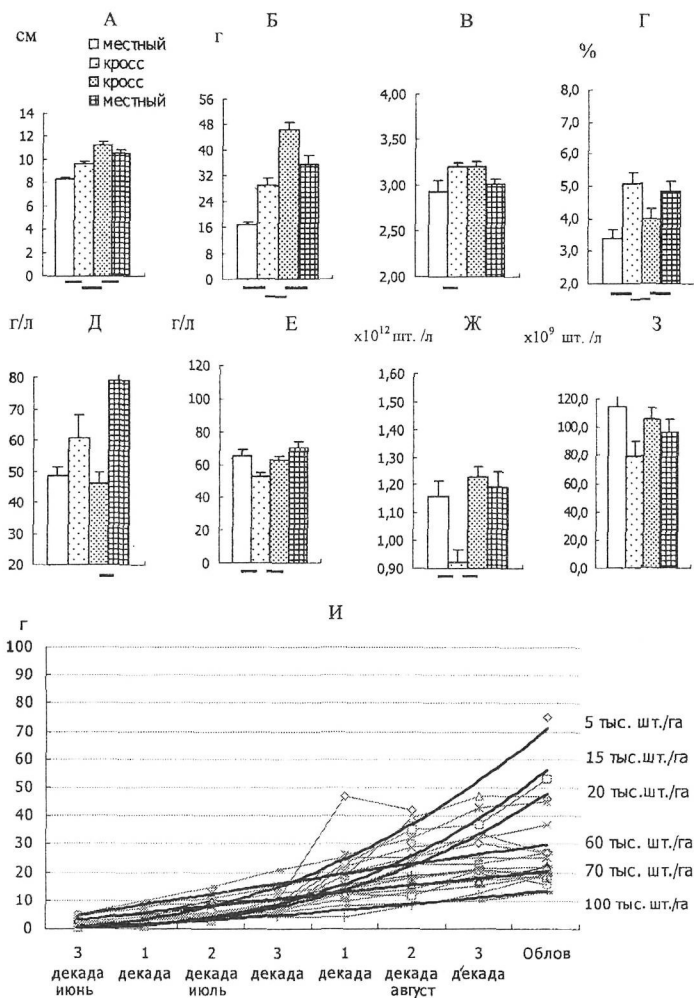


Рис. 2. Морфофизиологические показатели сеголетков карпа в зависимости от породной группы и плотности посадки (обозначения как в таблице 1: 1 – местный карп, 2 – кросс, 3 – кросс, 4 – местный): А – длина, Б – масса, В – упитанность, Г – относительная масса печени, Д – б-блок плазмы, Е – концентрация гемоглобина в периферической крови, Ж – количество эритроцитов, З – количество лейкоцитов и тромбоцитов, И – гипотетические линии темпа роста сеголетков карпа при различной плотности рыбы в пруду



Установлена положительная корреляционная зависимость ( $r = 0,35 - 0,45$ ) между концентрацией гемоглобина, количеством эритроцитов, гематокритом и отрицательная связь ее с количеством незрелых эритроцитов и индексом селезенки. При осенней белковой перестройке (вторая группа) увеличиваются упитанность, объем жидкости в тканях и в крови, поэтому концентрация гемоглобина понижается, что стимулирует умеренное новообразование эритроцитов в селезенке.

Количество лейкоцитов и тромбоцитов у карпов в сентябре очень высокое, при этом не выявлено четкой зависимости этого показателя от породной группы рыб и плотности посадки. В лейкоцитарной формуле, которая у сеголетков из четырех выростных прудов не отличается, преобладают лимфоциты.

Особенности физиологического состояния обуславливаются различиями во времени прохождения закономерных биологических процессов отдельными рыбами. Поэтому морфофизиологические показатели отражают, во-первых, физиологическое состояние каждой из рыб; во-вторых, влияние совокупности абиотических факторов и, в-третьих, зависимость их от плотности биомассы рыб в прудах.

Дисперсионный анализ подтвердил существенное влияние на концентрацию гемоглобина фактора плотности посадки рыбы, а опосредованно – условий содержания в прудах и индивидуальной массы карпа.

Результаты анализа темпа весового роста сеголетков при различных плотностях посадки и затратах комбикорма (32 пруда, собственные данные) позволили установить зависимость между темпом роста сеголетков карпа и плотностью биомассы рыбы в пруду. Выявлен определенный «оптимальный прирост биомассы рыбы в пруду» для каждого отрезка рыбоводного сезона. Он реализуется в диапазоне плотности сеголетков карпа между 20 и 40 тыс. шт./га и связан с наличием естественного корма как биологически активной добавки к искусственным кормам. Превысить «оптимальный прирост биомассы» в некоторой степени можно за счет увеличения интенсивности кормления рыбы. Но при этом отмечено увеличение кормовых затрат. При высоких плотностях посадки также происходят угнетение роста и увеличение дифференциации по массе. Это можно объяснить отрицательным влиянием на темп роста сеголетков повышения объема экзометаболитов карпа, выделяемых в пруд при интенсивном прудовом выращивании.

Выявлена обратно пропорциональная зависимость массы рыбы и темпа весового роста от плотности рыбы в пруду. Так, с каждой десятидневкой, с началом регулярного кормления, темп роста сего-

летков в прудах с низкой плотностью рыбы начинает опережать скорость роста карпа в плотно зарыбленных прудах. С первой декады августа по массе карпа можно с достаточной точностью определить количество рыбы в пруду и сделать прогноз по выходу сеголетков.

### **3.3. Динамика морфофизиологических показателей молоди карпа в зимний период в норме и при заболевании псевдомонозом**

Под зимовкой в настоящей работе понимается период годового цикла рыб, сопряженный с низкой и постоянной температурой воды ( $0,1-0,3^{\circ}\text{C}$ ). Зимнее физиологическое состояние характеризуется незначительным постепенным понижением упитанности (с  $2,95 - 3,00$  до  $2,70 - 2,90$ ) и индексов печени, селезенки и средней почки; снижением содержания общего белка крови, динамическим постоянством концентрации гемоглобина, высоким количеством эритроцитов ( $1,40 - 1,50 \cdot 10^{12}$  шт./л), умеренным эритропозом ( $0,2 - 4,0\%$ ) и деструкцией ( $1,0 - 12,3\%$ ) эритроцитов; снижением содержания лейкоцитов до количественного преобладания тромбоцитов, повышением доли гранулоцитов в лейкоцитарной формуле. Увеличение доли нейтрофилов к середине зимовки происходит за счет накопления в крови зрелых клеток. Весной, при незначительных изменениях в красной крови существенно возрастает количество лейкоцитов и тромбоцитов (с  $15-20 \cdot 10^9$  шт./л до  $50-60 \cdot 10^9$  шт./л), усиливается лимфопоэз и миелопоэз, повышается уровень миграции нейтрофилов в ткани, а в лейкоцитарной формуле – содержание лимфоцитов (до  $80 - 85\%$ ).

Установлено, что в феврале и марте объем крови, вытекающей при ее отборе, оказывается значительно больше, чем в декабре и январе. Концентрация гемоглобина при этом не изменяется. Для выяснения причин отмеченного явления провели эксперимент на фоне спонтанного бактериального заражения, расширив набор контролируемых показателей за счет индексов органов, белка плазмы и сыворотки, оснащенности гемоглобином (г/кг) и объема крови.

Коэффициент упитанности годовиков в течение зимовки существенно не изменяется, относительная масса печени постепенно возрастает (рис. 3). Содержание белка в плазме, количество лейкоцитов и тромбоцитов, а также незрелых эритроцитов снижаются до февраля, а в марте – повышаются. Концентрация гемоглобина при стабильной низкой температуре воды  $0,1^{\circ}\text{C}$  не изменяется, количество эритроцитов постепенно уменьшается до  $1,04-1,10 \cdot 10^{12}$  шт./л, что может рассматриваться как отклонение от нормы. Оснащенность гемогло-

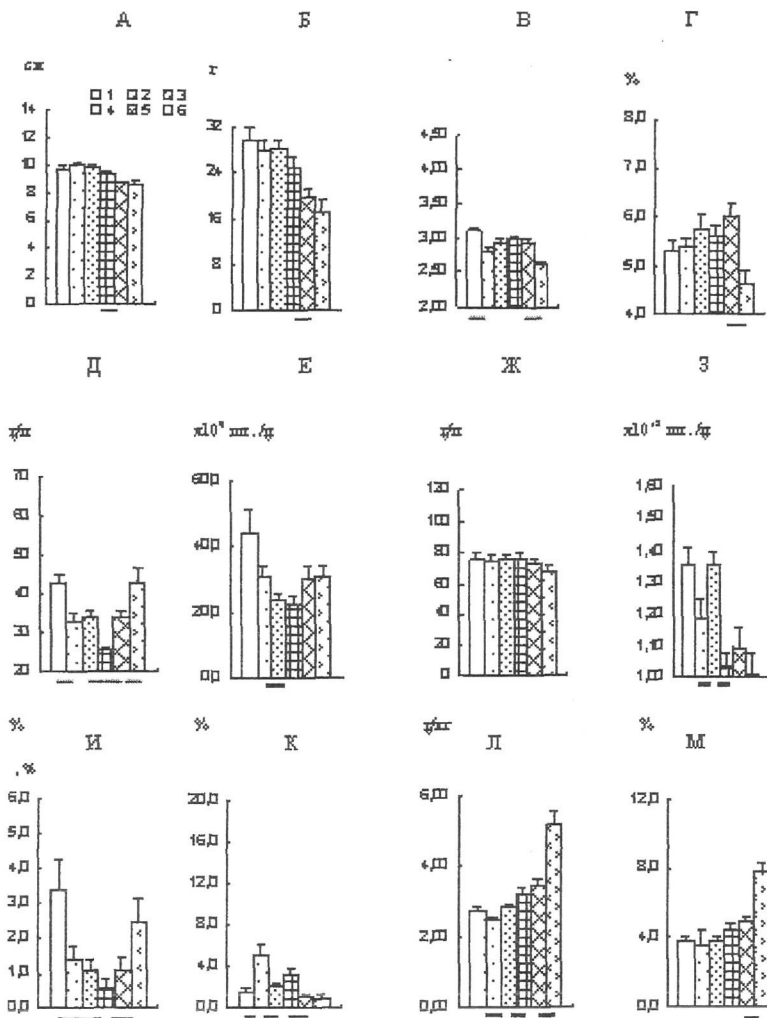


Рис. 3. Динамика морфофизиологических показателей зимующей молоди карпа (1 – ноябрь, 2 – декабрь, 3 – январь, 4 – февраль, 5 – март, 6 – март, прудовой карп):

А – длина, Б – масса, В – упитанность, Г – индекс печени, Д – белок плазмы, Е – лейкоциты и тромбоциты, Ж – концентрация гемоглобина, З – количество эритроцитов, И – незрелые эритроциты, К – разрушенные эритроциты, Л – оснащенность гемоглобином, М – объем крови

бином у зимующих рыб с декабря по март постепенно и достоверно повышается с  $2,48 \pm 0,09$  до  $3,50 \pm 0,15$  г/кг массы тела. Объем крови также увеличивается с  $3,5 \pm 0,3$  до  $4,9 \pm 0,3$  %

Эти данные сравнили с показателями годовиков, зимовавших в прудах, у которых в марте произошло нарушение нормального течения зимовки, рыбы образовывали стаи на притоке, у многих обнаружен экссудат в полости тела, фиксировалась зеленоватая окраска печеночной ткани. Эти рыбы отличаются существенно пониженными упитанностью, индексом печени и количеством эритроцитов – при неизменной концентрации гемоглобина, увеличенным содержанием незрелых эритроцитов и белка плазмы, но оснащенность гемоглобином  $5,22 \pm 0,34$  г/кг и объем крови –  $7,8 \pm 0,5$  % у них оказываются существенно и достоверно выше, чем у экспериментальных карпов

Около половины гемоглобина крови карпа находится в циркуляции, другая половина депонируется в параллельных сосудах органов и тканей (в почках, селезенке и в печени, поскольку желчный пузырь предварительно удаляется)

О П. Попов (1986) отмечал повышенный уровень оснащенности гемоглобином (г/кг) карпов весной в сравнении с осенними данными. Нами показано постепенное нарастание оснащенности гемоглобином в течение зимовки одноразмерных карпов, а также у рыб, больных псевдомонозом

Для уточнения закономерностей физиологических изменений в зимний период в организме карпа были изучены корреляционные связи важнейших морфофизиологических индикаторов: упитанности, индекса печени, индекса селезенки, концентрации гемоглобина между собой и со всеми остальными изученными показателями (табл. 2)

Между концентрацией гемоглобина, с одной стороны, индексом селезенки и индексом средней почки, объемом крови и количеством незрелых эритроцитов – с другой обнаруживается отрицательная связь средней силы. Увеличение интенсивности новообразования эритроцитов в кроветворных органах происходит при умеренной анемии и увеличении объема крови. Коэффициент корреляции между концентрацией гемоглобина и количеством эритроцитов составляет только  $0,53 \pm 0,05$ , это связано с различиями содержания гемоглобина в эритроците и среднего объема эритроцита у отдельных рыб. Примечательно, что концентрация гемоглобина и оснащенность гемоглобином варьируют независимо, подтверждая представление об относительном постоянстве (гомеостазировании) концентрации гемоглобина у рыб

**2. Корреляционные связи морфофизиологических показателей молоди карпа в зимний период (коэффициент корреляции и его ошибка –  $r \pm m_r$ )**

Показатели	Упитанность по Фультону	Индекс печени, %	Индекс селезенки, %	Гемоглобин, г/л	Оснащенность гемогл., г/кг
Длина, см	0,11	-0,09	-0,15	0,04	<b>-0,73±0,04</b>
Масса, г	<b>0,39±0,06</b>	-0,07	-0,18	0,05	<b>-0,74±0,03</b>
Упитанность		0,08	-0,02	0,04	<b>-0,44±0,06</b>
Индекс селезенки, %	-0,02	-0,07		<b>-0,47±0,06</b>	0,13
Индекс средней почки, %	0,12	0,20	<b>0,36±0,07</b>	<b>-0,36±0,07</b>	0,02
Индекс полостного жира, %	-0,11	<b>0,33±0,08</b>	-0,09	0,17	-0,01
Гемоглобин, г/л	0,04	-0,01	<b>-0,47±0,06</b>		0,04
Эритроциты, *10 <sup>12</sup> шт/л	0,19	-0,04	-0,18	<b>0,53±0,05</b>	-0,15
Незрелые эритроциты, %	0,09	0,12	<b>0,32±0,07</b>	<b>-0,42±0,06</b>	0,01
Оснащенность гемоглобином, г/кг	<b>-0,44±0,06</b>	-0,07	0,13	0,04	
Объем крови, %	<b>-0,43±0,06</b>	-0,09	<b>0,40±0,06</b>	<b>-0,48±0,06</b>	<b>0,82±0,03</b>

*Примечание* корреляционные связи отмечены жирным шрифтом, отсутствие связи – обычным шрифтом

Установлена корреляционная связь ( $r = 0,82 \pm 0,03$ ) между оснащенностью гемоглобином и объемом крови как косвенное свидетельство стабильности индивидуальной концентрации гемоглобина в крови. Отрицательная корреляционная связь обнаруживается между оснащенностью гемоглобином и размерно-весовыми показателями, отражая известную закономерность об уменьшении относительной массы органов и тканей с увеличением длины рыб.

Для решения вопроса о причинах и механизме повышения оснащенности гемоглобином и объема крови изучили морфофизиологические показатели в группах одноразмерных (10,1±0,1 см) рыб с высокой (4,38±0,16 г/кг) и низкой (2,50±0,15 г/кг) оснащенностью гемоглобином. Высокая оснащенность гемоглобином свойственна рыбам с увеличенными содержанием белка в плазме и объемом крови.

Концентрация гемоглобина в периферической крови у низкооснащенных гемоглобином рыб оказывается равной  $73 \pm 4$  г/л, у рыб с высокой оснащенностью гемоглобином она увеличивается только до  $85 \pm 5$  г/л (недостовечно).

Следовательно, в течение зимовки происходят медленный эритропоэз и постепенное накопление гемоглобина в организме рыб, а выведение продуктов его разложения из организма с желчью через кишечник оказывается невозможным, вследствие отсутствия пищеварения (Пегель В А, 1950, Калиман П А, Беловецкая И В., 1985, Агаджанян Н А и др, 2001) Для обеспечения постоянства концентрации гемоглобина требуется увеличение объема крови, отмечается корреляция последнего с оснащенностью гемоглобином

Поскольку концентрация гемоглобина в периферической крови рыб гомеостазуруется, то степень ее отклонения от среднего уровня в сторону увеличения пропорционально отражает затраты энергии организма (интенсивности потребления кислорода), направленной на противодействие неблагоприятным воздействиям (болезнетворным агентам) Длительное негативное влияние приводит организм к гибели от истощения Снижение концентрации гемоглобина означает развитие болезненного состояния организма – анемии, которое тоже приводит к гибели. У каждой особи с помощью механизмов гомеостаза активно поддерживается концентрация гемоглобина на определенном уровне, обусловленном кислородным запросом ее организма на адаптацию (к негативному воздействию)

Как сезонная норма показателей физиологического состояния животных (Трахтенберг И.М и др, 1978), а также границы нормы любых гематологических параметров у здоровых рыб (Головина Н А., Тромбицкий И Д, 1989), так и оптимальные границы индивидуальной концентрации гемоглобина у карпа в течение зимовки находятся в пределах значений от  $M - t_{cr} * m$  до  $M + t_{cr} * m$ , то есть от 76,7 до 85,7 г/л (рис 4)

Повышение концентрации гемоглобина отражает попадание организма в зону пессимума и связано с повышением энергозатрат на адаптацию к действию неблагоприятного фактора Например, для нейтрализации токсинов бактерий, населяющих слизь карпа, или при ухудшении абиотических условий зимовки (Дьяконов Ю.Н, 1980). Понижение показателя за пределы нормы встречается в крови почти у 10 % карпов при нормальном течении зимовки. Эти рыбы имеют увеличенные размеры печени, селезенки, средней почки, повышенное содержание белка и количество лейкоцитов в крови, обнаруживают интенсивный лимфопоэз, не характерный для зимнего периода, и высокое содержание тромбоцитов вытянутой формы

Выявленные нами признаки расстройства функций организма дают основание в качестве причины анемии предположить нарушение механизмов гомеостаза вследствие активизации бактерий (псевдомоноад), контаминирующих внутренние органы рыб. Активизация бактерий может происходить только у некоторых менее резистентных рыб, это приводит к перечисленным изменениям их физиологического состояния. возможно, анемичные рыбы в течение зимовки незаметно элиминируют.

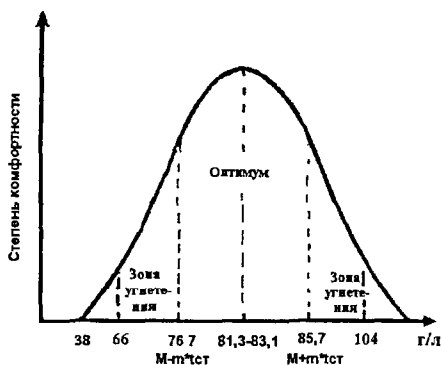


Рис 4 Оптимальные и пессимальные границы индивидуальной изменчивости концентрации гемоглобина у зимующих сеголетков карпа (M – среднее значение, m – ошибка среднего значения)

Считается, что нестандартные карпы (массой менее 25 г) плохо переносят зимовку, при этом увеличивается вероятность их заболевания. По нашим данным, группа нестандартных карпов (масса  $6,7 \pm 0,5$  г) отличается от основной группы повышенной упитанностью, а также более высоким содержанием незрелых и разрушенных эритроцитов, увеличенным количеством лейкоцитов и тромбоцитов, долей лимфоцитов и округлых тромбоцитов. Это отражает известную закономерность – снижение уровня метаболизма с увеличением длины рыб, которая проявляется у карпа и в зимнее время. Характер наблюдаемых особенностей, отсутствие значительных негативных изменений показателей, в том числе стабильность концентрации гемоглобина, доказывают, что механизмы гомеостаза у нестандартных карпов способны к эффективной работе, поэтому эти рыбы могут успешно переносить зимовку в прудах наравне с более крупными особями.

В осенний и зимний периоды коэффициент упитанности у молоди карпа в норме и у больных псевдомонозом рыб изменяется по-разному, поэтому следует с осторожностью относиться к осеннему коэффициенту упитанности как критерию зимостойкости (Лиманский В В, 1986).

Заболевание псевдомонозом может возникать у молоди прудовых рыб с декабря по март. Оно начинается с единичного появления рыб

в контрольных прорубях и на притоке Первыми поражаются рыбы, ослабленные ботриоцефалезом, диплостомозом, постодиплостоматозом Постепенно движение рыб становится все более массовым, они медленно и неотвратно погибают от истощения, упитанность карпов понижается до  $2,37 \pm 0,07$ , отход достигает 80-90 %

Среди немногочисленных симптомов болезни отмечены слабо выраженный сероватый налет по бокам тела, каплевидные образования слизи на окончаниях плавников, редко появляются участки ерошения чешуи и экссудат в полости тела На отпечатках слизи с поверхности тела и жабр эктопаразиты немногочисленные или отсутствуют, но на тех же препаратах, окрашенных по методу Д.Л. Романовского, в большем или меньшем количестве обнаруживаются бактерии различной формы, в том числе псевдомонады (Волынкин Ю Л. и др , 1991) Наблюдается снижение эффективности иммунной защиты, слизь рыб, обладающая высокой бактерицидной активностью (Солтани М М и др , 2003), становится субстратом для развития микроорганизмов – открываются ворота инфекции Бактериотоксины вызывают изменения в тканях и в составе крови рыб (в частности, нарушение морфологии эритроцитов и лейкоцитов), подобные патологическим проявлениям, возникающим под действием экзотоксинов. Ответ организма рыб на бактериальное поражение покровов заключается в усиленной секреции слизи, беспокойстве и непрерывном движении рыб. Эти воздействия приводят организм к истощению и гибели

При интенсивном развитии бактерий в слизи они распределяются мозаично, находятся только в отдельных полях зрения в плотных скоплениях, содержащих сотни и тысячи организмов Если организм борется с инфекцией (или проведена лечебная обработка), то микроорганизмы встречаются почти в каждом поле зрения, лежат беспорядочно, иногда в группах по 5 – 20 шт.

У больных и погибающих карпов показатели красной крови умеренно высокие, возрастает количество тромбоцитов, среди них повышается доля клеток вытянутой формы, а в лейкоцитарной формуле отмечается нехарактерное для зимнего периода увеличение содержания малых лимфоцитов

При снятии пресса на организм бактерий, населяющих слизь рыб, после обработки зимующей молоди в прудах гипохлоритом кальция (в концентрации  $1 \text{ г/м}^3$  три дня подряд без прекращения проточности) гибель ее прекращается сразу, в течение 10 дней постепенно снижается интенсивность движения рыбы, замедляются расход питательных веществ и похудание, процесс зимовки нормализуется Через 20



дней после проведения обработки увеличивается упитанность (до  $2,52 \pm 0,06$ ), фиксируются лейкоцитоз, нейтрофилия со сдвигом ядра вправо, среди тромбоцитов повышается доля округлых форм. Все гематологические показатели при выздоровлении рыб приближаются к норме.

Анализ собственных результатов и литературных источников позволяет заключить, что массовая гибель молоди рыб в зимовальных прудах не связана с действием предельно низкой температуры (Остроумова И.Н., 1972) или неполноценным кормлением рыбы (Федотенков В.И., 2000). Она обусловлена негативным действием бактерий, населяющих слизь, в противодействие которым организм рыб синтезирует большое количество слизи, содержащей факторы иммунной защиты (Вихман А.А., 2002), постепенно истощается и неотвратимо погибает.

В первые послеперестроечные годы с прекращением внесения на поля удобрений и пестицидов гибель молоди в зимовальных прудах белгородских хозяйств неожиданно прекратилась. Следовательно, основная причина гибели заключалась в нарушении функционирования системы иммунной защиты рыб под влиянием хронического пестицидного загрязнения рыбоводных водоемов, даже если концентрация загрязнителей в воде не превышала ПДК. Наиболее чувствительны к загрязнению рыбы первого года жизни – их несовершенная иммунная система в связи с молодым возрастом уязвима, особенно в период зимнего голодания. В самые последние годы случаи заболевания и гибели рыбы вновь фиксируются в зимовальных прудах, поэтому разработанная нами методика ранней диагностики и лечения псевдомоноза рыб является актуальной.

### **3.4. Влияние заболевания аэромонозом на морфофизиологические показатели карпа**

Согласно действующей в РФ ветеринарной инструкции (1998), течение аэромоноза в рыбхозах Белгородской области весной подострое (болезнь развивается в асцитно-язвенной форме). Обострение болезни происходит весной у трехлетних карпов, а при нарушении технологических условий содержания рыб – у двухлетних карпов весной и в августе.

При развитии симптомов аэромоноза трехлетние карпы весной проходят через ряд последовательных стадий. Стадия здоровой (условно здоровой) рыбы протекает бессимптомно, но предполагает бактериемию. Скрытая стадия заболевания фиксируется при повыше-

нии температуры воды до 10 - 14 °С, характеризуется гиперемией (усилением рисунка) кровеносных сосудов плавников и поверхности тела. При увеличении температуры воды до 15 - 17 °С болезнь переходит в стадию средней степени поражения, когда, наряду с утолщением, происходит разрыв кровеносных сосудов, появляются подкожные кровоизлияния на плавниках и на теле, нарушается кровоснабжение тканей, пропадает ослизнение, разрушаются плавниковая кайма и мышечная ткань у основания плавников; образуются язвы, окруженные ярко-красным ободком и участками ерошения чешуи, в полости тела присутствует экссудат, отмечается дряблость почечной ткани, печени, селезенки. Стадия сильного поражения отличается наибольшими патологическими изменениями. ерошение чешуи распространяется более чем на 2/3 площади поверхности тела, наблюдаются экзофтальмия, обширные покраснения, глубокие язвы, побледнение жабр, прекращение питания, происходит гибель около 50 % рыб. Выжившие рыбы переходят в стадию выздоровления, которая характеризуется регенерацией плавниковой каймы, мышечной ткани и эпителия, восстановлением ослизнения тела и заживлением язв. Все покраснения изменяют цвет с ярко-красного на темно-красный, затем бордовый и вишневый. Постепенно, в направлении от хвоста к голове уменьшается площадь участков ерошения чешуи, исчезает экссудат, дольше всего сохраняются дряблость почечной ткани и остаточная гиперемия кровеносных сосудов. При устойчивом повышении температуры воды более 21 – 22 °С симптомы болезни постепенно исчезают (даже без применения лечебных средств). У переболевших рыб в местах язв нарушается правильность закладки чешуйного покрова, в участках некроза ткани у оснований плавников сохраняется нарушение строения тела. Выделение описанных стадий на массовом материале при проведении контрольных обловов позволяет количественно охарактеризовать течения болезни.

Для каждой из стадий развития аэромоноза выявляются особенности красной и белой крови (рис 5).

С развитием симптомов болезни, несмотря на значительное снижение показателей красной крови и содержания в ней белка, количество лейкоцитов остается высоким. Организм рыб сохраняет способность противостоять болезни даже при развитии яркой клинической картины. Это указывает путь к эффективной профилактике возникновения инфекции как средству борьбы с аэромонозом. Необходимо подавить активность возбудителя болезни при проявлении признаков скрытой стадии болезни. Важно правильно выбрать дозировку лечебного средства, а также разработать тактику его применения.

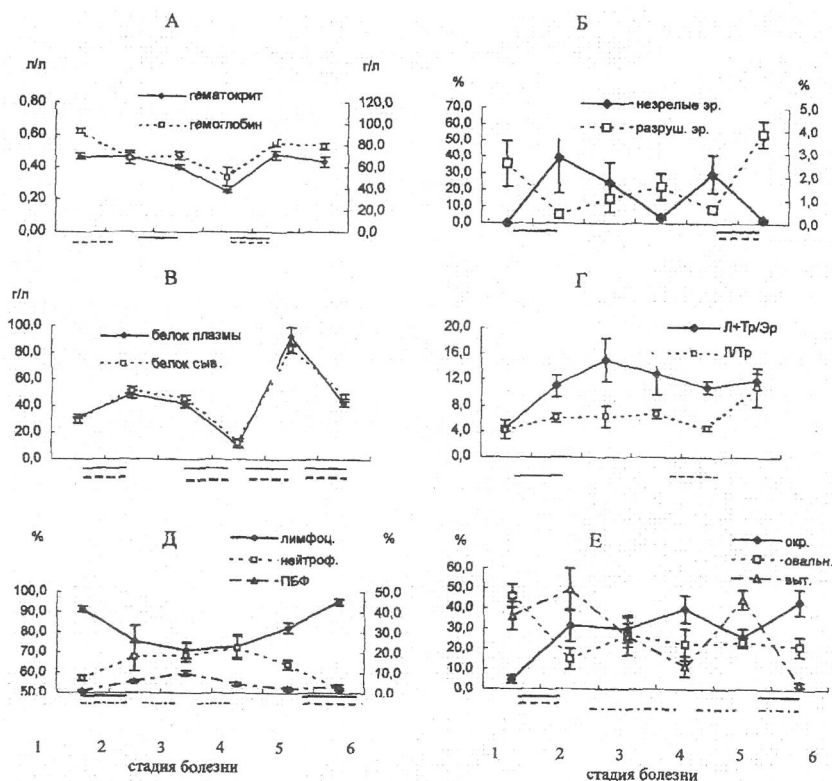


Рис. 5. Изменения красной крови (А, Б), белка (В) и соотношений клеток белой крови (Г), лейкоцитарной формулы (Д) и состава тромбоцитов (Е) трехлетков карпа в зависимости от стадии развития аэромоноза: 1 – стадия здоровой рыбы, 2 – скрытая стадия болезни, 3 – стадия средней степени поражения, 4 – стадия сильного поражения, 5 – стадия выздоровления, 6 – стадия переболевшей рыбы

В ранних исследованиях отмечено очень мягкое действие фуразолидона в концентрации 0,06 % от массы корма (согласно утвержденной ветеринарной инструкции) против аэромоноза карпа. Позднее нами были выявлены эффективные концентрации фурацилина и фуразолидона (0,12 и 0,20 % от массы корма соответственно) и созданы лечебные комбикорма с фурацилином – ЛКФ и с фуразолидоном – ЛГК.

Действие кормов с увеличенной концентрацией нитрофурановых препаратов изучили на сеголетках карпа в аквариумных опытах. После 30-дневного скармливания лечебного корма ЛКФ у рыб отмечены замедление линейного и весового роста, увеличение индекса печени, снижение индекса селезенки, понижение концентрации белка в плазме, а также величины гематокрита и количества эритроцитов. Но концентрация гемоглобина в периферической крови и лейкоцитарная формула у рыб не изменяются. Можно заключить, что длительность терапевтического воздействия на карпа с лечебно-профилактической целью не должна превышать 10 дней, но в исключительных случаях, при запущенном заболевании во избежание гибели рыб от аэромоноза срок лечебного кормления может быть увеличен.

В последние годы у карпа Белгородской области в некоторой степени выработался иммунитет к аэромонозу. Яркая клиническая картина не развивается, гибель рыбы отмечается редко. Но в результате весенней активизации аэромонад у товарных карпов в мае всегда проявляются признаки скрытой стадии развития аэромоноза, потребленные корма усваиваются слабо.

Если не применять эффективную профилактику аэромоноза, то к концу мая признаки скрытой стадии развития аэромоноза усиливаются. Активизация микроорганизмов приводит к остановке линейного роста, снижению упитанности, увеличению индекса селезенки, концентрации гемоглобина и количества незрелых эритроцитов (рис 6). У всех зрелых эритроцитов наблюдается необратимое патологическое изменение структуры ядра. Однако становление летнего типа лейкоцитарной формулы с абсолютным преобладанием иммунокомпетентных клеток – лимфоцитов задерживается. Если же провести лечебно-профилактическое кормление лечебным кормом ЛКФ при появлении первых признаков скрытой стадии болезни, то морфофизиологические показатели и картина крови быстро приходят к летней норме, а темп роста рыб не замедляется. Возможность эффективной профилактики аэромоноза снимает проблему низкой устойчивости к аэромонозу румынского карпа породы «Фресинет» (Катасонов В.Я., Боброва Ю.П., 1997), создает предпосылки для широкого распространения в России культурных пород карпа вместо сазанокарповых кроссов (Боброва Ю.П., 1979).

Поскольку аэромонады являются неотъемлемой частью прудового биоценоза и борьба с ними «на уничтожение» невозможна, то, по нашему мнению, нельзя за 2 – 3 года путем карантинизации добиться оздоровления рыбоводных хозяйств. Необходимо решать вопросы улучшения условий содержания для культивируемых рыб (Юхименко Л.Н., Койдан Г.С., 1997), уменьшать плотность посадки карпа,

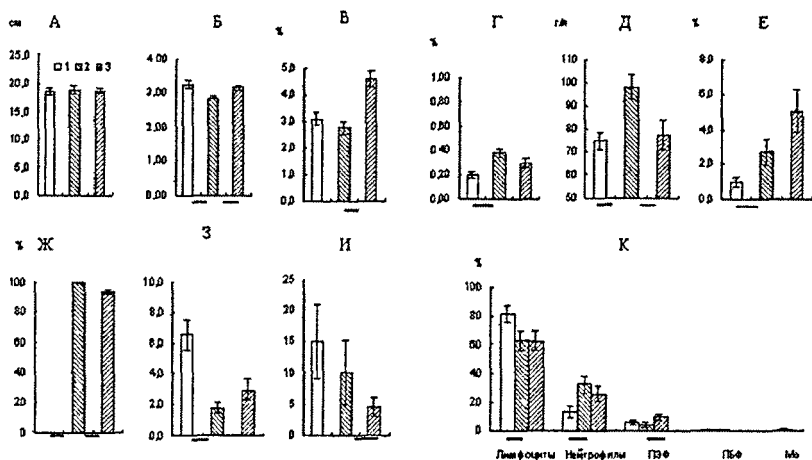


Рис 6 Изменения морфофизиологического статуса трехлетков карпа, адаптированного к аэромонадам, отмеченные в середине мая (1), в конце мая (2) и в июне (3) в стадии выздоровления после применения корма ЛПК (пруд Нагульный ЗАО «Рыбхоз Урасский»)

А – длина, Б – питанность по Фультону, В – относительная масса печени, Г – относительная масса селезенки, Д – концентрация гемоглобина, Е – доля полихроматофильных эритроцитов, Ж – содержание эритроцитов с патологически измененными ядрами, З – отношение суммы лейкоцитов и тромбоцитов к количеству эритроцитов, И – соотношение количеств лейкоцитов и тромбоцитов, К – лейкоцитарная формула

проводить эффективную профилактику аэромоноза, улучшать качество кормов (Бурлаченко И В , 2007), соблюдать принцип замыкания стада (Щербина А К , 1973), разрабатывать и внедрять пробиотики и вакцины (Юхименко Л.Н и др., 2004)

### 3.5. Морфофизиологические показатели товарных карпов в условиях интенсификации рыбоводства

Преимущество прудового карповодства перед тепловодным карповодством заключается в возможности восполнить дефицит незаменимых для рыб питательных веществ за счет естественной пищи (Суховерхов Ф М и др , 1969) Этому способствует умеренная плотность посадки и приоритетное перед фитопланктоном развитие зоопланктона (Merla G , Muller W , 1986), появляется возможность использования в кормлении прудового карпа зерновых культур Пока-

затели переваримости основных компонентов кормов, темп роста, морфофизиологические параметры карпа при кормлении комбикормом и преимущественно зерном радикально не отличаются

Традиционно в рыбхозах Белгородской области против ботриоцефалеза карпа, который относится к особо опасным заболеваниям в списке Минсельхоза РФ (2005), применялась гашеная известь из расчета 1 % от массы корма в течение семи дней. При испытании этого средства против ботриоцефалеза двухлетних карпов в производственных нагульных прудах выявлена его низкая терапевтическая эффективность. Тем не менее клинические, морфологические и гематологические показатели опытных рыб не имеют патологических отклонений, за исключением слабовыраженной гиперемии слизистой кишечника, возникающей под влиянием гидроокиси кальция.

При однократном применении лечебных кормов «Циприноцестина» (с фенасалом) и «Циприноцестина-2» (с микронизированным фенасалом) происходит полная дегельминтизация карпа. Опытное трехдневное скармливание сеголеткам карпа «Циприноцестина-2» по поедаемости не приводит к существенным изменениям у них морфофизиологических показателей, то есть безвредно для рыб.

Для оперативного нормирования кормления при отсутствии точных данных о количестве рыб в нагульном пруду (Попов О.П., 1987) нами используется ежедекадное (Суховерхов Ф.М., 1975) изучение комплекса из четырех морфофизиологических показателей: длина, масса, упитанность по Фультону и ожирение внутренностей. Возможность обеспечения эффективной профилактики аэромоноза позволила перейти к выращиванию карпа при совместной посадке двухлетних и трехлетних рыб, что обеспечивает более полное использование ресурсов естественной кормовой базы пруда (Мовчан В.А., 1986).

Для выяснения закономерностей роста рыб при смешанной посадке вычислили средние значения морфофизиологических показателей (рис. 7), исключив влияние погодных условий и других абиотических факторов разных лет.

Темп линейного и весового роста и эффективность использования кормов на рост во многом определяется массой рыбопосадочного материала. Средневыборочный показатель упитанности в пределах от 3,00 до 3,30 для местного карпа в летнее время соответствует равномерному линейному и весовому росту, повышенная упитанность отражает замедление линейного роста в сравнении с весовым ростом – как следствие ухудшения кормовых или абиотических условий. Средний уровень ожирения внутренностей, варьирующий в пределах от 2,0 до 1,0 балла, – оптимальный для роста карпа, ожирение

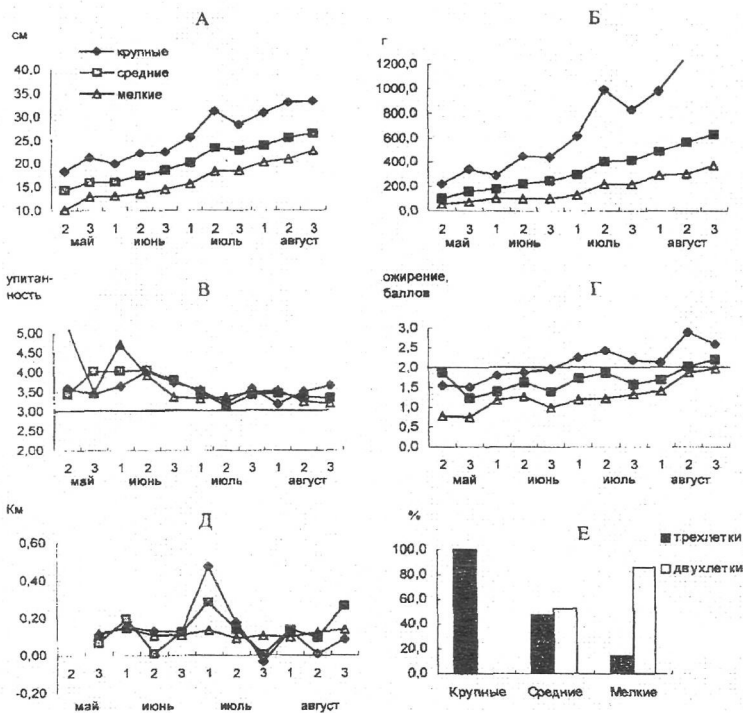


Рис. 7. Морфофизиологические показатели товарного карпа в трех размерно-весовых группах (Наугульный пруд, 2002 - 2004 г.): А – длина, Б – масса, В – упитанность, Г – ожирение внутренностей, Д – коэффициент массонакопления, Е – возрастной состав групп

у крупных карпов всегда выше, чем у мелких, что связано с увеличенным потреблением крупными рыбами кормов вследствие проявления «принципа доминантности» в питании, поэтому суждение об адекватности суточной дозы проводится по показателю ожирения в группе карпа «мелкие», у которых снижение ожирения связано с недостаточностью кормления. Причем более крупные рыбы быстрее реагируют на хорошие условия среды и кормления увеличением коэффициента массонакопления, чем мелкие.

Судя по различиям в скорости массонакопления, уровне упитанности, показателе ожирения внутренностей и возрастном составе рыб в трех размерно-весовых группах, можно утверждать об отличиях в

их физиологическом состоянии, о раздельном образе жизни в пруду внутривидовых группировок рыб, близких по размерам, а не по возрасту

### **3.6. Различия морфофизиологических показателей морских рыб при миграции и в состоянии нагула**

Изучение морфофизиологического статуса оказывается эффективным и при решении задач промысловой ихтиологии. При миграции сельдевых, лососевых и осетровых рыб повышается потребление кислорода и возрастает концентрация гемоглобина (Шубников Д.А., 1960, Глазова Т.Н., 1967, Коржуев П.А. и др., 1982). Однако известна высокая индивидуальная изменчивость показателей крови у рыб – в первую очередь, концентрации гемоглобина. Поэтому А.П. Коржуев (1964) обосновал необходимость изучения у рыб не только концентрации гемоглобина, но и оснащенности гемоглобином (г/кг массы). Но вследствие трудоемкости анализа этот показатель не может быть морфофизиологическим индикатором (он эффективен для решения сложных частных задач).

У морской пелагической рыбы путассу, занявшей пищевые ниши сельди в Норвежском море (активного мигранта), обнаруживается сложная структура внутривидовых групп – промысловых скоплений, тенденции перемещения которых не поддаются прогнозу. Одни из стай, находящихся в одном месте, мигрируют на нагул, другие – активно питаются и не совершают перемещений, третьи мигрируют в сторону мест нереста. Биологический анализ не позволяет различить нагульное и миграционное физиологическое состояние рыб, для достижения этой цели предлагается использовать некоторые из показателей морфофизиологического статуса путассу.

Для одноразмерной путассу в период ее нагула характерна высокая индивидуальная изменчивость массы печени, в которой накапливается запасной жир, и концентрации гемоглобина. Эти различия не связаны со стрессовыми воздействиями, которые испытывает рыба при поимке, а также с длиной, массой, интенсивностью питания, ожирением внутренностей, равно как не зависят от степени зараженности рыб личинками нематоды (*Anisakis simplex*). Концентрация гемоглобина в периферической крови отдельных особей путассу обусловлена величиной мышечной нагрузки, которую рыба испытывала до поимки. Индивидуальная концентрация гемоглобина, характеризующая физиологическое состояние нагула, заключается в интервале значений  $M \pm m$ , то есть от 67 до 71 г/л, концентрация гемоглобина от 82 г/л и выше отражает миграционное состояние. Промежуточные



значения концентрации гемоглобина характеризуют переходное состояние от миграции к нагулу и наоборот. При высокой концентрации гемоглобина и низкой массе печени констатируется посленерестовая миграция и прогнозируется активное смещение рыбы (скопления) в северном направлении, а при увеличенной массе печени – преднерестовая миграция на юг. При низкой концентрации гемоглобина рыбы находятся в нагульном состоянии и не совершают миграции, а размеры печени указывают на фазу нагульного периода: начало, середину или его конец. У путассу концентрация гемоглобина является жесткой константой, связанной с величиной кислородного запроса особи для осуществления нагула или совершения миграции.

Каждое из состояний в отношении миграционной активности путассу влияет на ее морфофизиологические параметры (рис 8, 9).

Критериями миграционного состояния путассу служат высокое содержание эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов, СГЭ, доля моноцитов, а также тромбоцитов вытянутой формы. Нагульное физиологическое состояние у путассу (как и у карпа) характеризуется значительным понижением концентрации гемоглобина (связанным, очевидно, с увеличением объема крови). Поэтому стрессовые нагрузки при поимке рыбы не искажают результаты, а концентрация гемоглобина служит критерием индивидуального миграционного или нагульного физиологического состояния рыб. Благодаря изучению показателей морфофизиологического статуса у путассу установлено, что уловы пелагическим тралом неоднородны, составлены из рыб различного физиологического состояния, принадлежащих к разным внутривидовым группам, которые отличаются по образу жизни.

В связи с особенностями систематического положения, строения и образа жизни у путассу обнаруживаются существенные отличия в морфофизиологическом статусе в сравнении с карпом: увеличиваются до 6,40 коэффициент упитанности и до 11,4 % относительная масса печени, уменьшаются размеры эритроцитов и содержание в них гемоглобина, понижается (до  $7,3 - 7,5 \cdot 10^9$  шт/л) количество лейкоцитов. Хотя доля лимфоцитов (в крови карпа их содержится 71 - 96 %) у путассу понижена до 47 - 49 %, эти данные представляют для нее норму физиологического состояния нагула. Путассу потребляет полноценную пищу, крупных морских ракообразных, поэтому при активизации пластического обмена она может в меньшей степени, чем карп, нуждаться в лейкоцитах. У карпа в рационе содержится огромное количество бактерий, населяющих детрит – важную составную часть в питании, чужеродные питательные вещества могут восприниматься организмом как антигены, и для их нейтрализации требу-

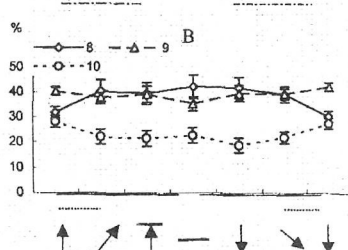
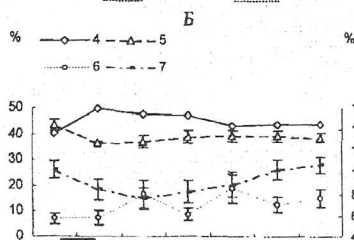
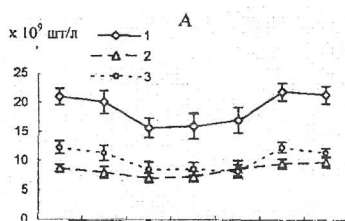
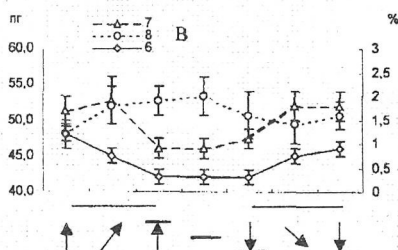
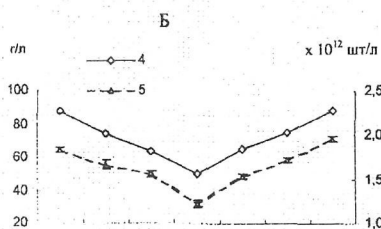
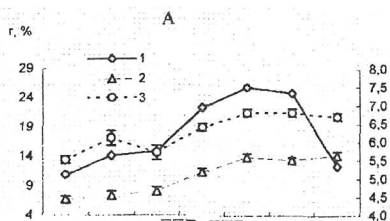


Рис. 8. Морфофизиологические показатели (А) и параметры красной крови (Б, В) в зависимости от состояния миграционной активности путассу (символы посленерестовой миграции ↑ и ее замедления ↗, начала ↑, середины — и конца ↓ нагула, замедленной ↘ и активной ↓ преднерестовой миграции): 1 — абсолютная масса печени, 2 — относительная масса печени, 3 — упитанность по Фультону, 4 — концентрация гемоглобина, 5 — эритроциты, 6 — содержание гемоглобина в эритроците (СГЭ), 7 — количество незрелых эритроцитов, 8 — количество разрушенных эритроцитов

Рис. 9. Количество лейкоцитов и тромбоцитов (А), лейкоцитарная формула (Б) и динамика морфологических форм тромбоцитов (В) в зависимости от состояния миграционной активности путассу: 1 — лейкоциты и тромбоциты, 2 — лейкоциты, 3 — тромбоциты; 4 — лимфоциты, 5 — нейтрофилы, 6 — гранулоциты с базофильной зернистостью, 7 — моноциты, 8 — округлые тромбоциты, 9 — овальные тромбоциты, 10 — вытянутые тромбоциты

ется повышенное количество лейкоцитов, а среди них – иммунокомпетентных клеток лимфоцитов

Однако морфофизиологические признаки, отражающие нагульное физиологическое состояние рыб у обоих видов, являются сходными. у них снижаются показатели красной крови, в составе лейкоцитарной формулы преобладают лимфоциты, второе место по количеству принадлежит нейтрофилам, соотношение трех морфологических форм тромбоцитов – одинаковое

При изучении морфофизиологических индикаторов у рыб (Смирнов В.С и др , 1972) возникает затруднение в интерпретации полученных результатов. Исследование размерно-весовых показателей и индексов органов становится более эффективным при их совместном рассмотрении с гематологическими параметрами

Увеличение концентрации гемоглобина при стрессе в результате выброса в кровь депонированных в селезенке эритроцитов (Лиманский В В и др , 1984) у исследованных рыб не было выражено, а размеры селезенки связаны со скоростью новообразования (карп) или деструкции (путассу) эритроцитов. Вариабельность концентрации гемоглобина у рыб связана с индивидуальными различиями в обмене веществ (Баденко Л.В , 1980), у путассу и у карпа она обусловлена особенностями кислородного запроса при физиологическом состоянии в периоды нагула, зимовки, миграции и адаптации к болезни. У этих рыб концентрация гемоглобина гомеостазуруется, ее изменения согласуются с законом оптимума (Шилов И А , 2001) и ориентированы на обеспечение экономных энергетических затрат на адаптацию к условиям жизни

Границы концентрации гемоглобина, характеризующие определенное физиологическое состояние рыб, находятся в пределах от  $M \cdot t_{ct}$  до  $M + m \cdot t_{ct}$ . Повышение концентрации гемоглобина крови у карпа отражает увеличение энергозатрат на адаптацию (например, к бактериотоксинам). Снижение его за пределы нормы характеризует нарушение гомеостаза, возникающее под воздействием псевдомонад, которое становится необратимым. При тестировании индивидуального физиологического состояния нагула и миграции у путассу найдены более узкие границы концентрации гемоглобина, характеризующие это состояние, – от  $M - m$  до  $M + m$

Повышенная вариабельность концентрации гемоглобина у карпа связана также с тем, что рыбы проходят закономерные сезонные изменения одновременно и неодинаково реагируют на патогенное действие микроорганизмов. У путассу повышенная вариабельность концентрации гемоглобина объясняется неоднородностью физиологического состояния особей, изученных одновременно, и улова в целом

При объединении изученных рыб в группы по критерию концентрации гемоглобина  $M \pm m * t_{cr}$  повторное статистическое сравнение остальных морфофизиологических показателей дает возможность охарактеризовать физиологическое состояние рыб в группах. Информативность исследования повышается пропорционально количеству показателей (морфологических, гематологических, биохимических), определенных у одной особи, а статистические методы обработки позволяют работать с малыми выборками – 10 – 15 рыб

Если изначально принять морфофизиологический статус как совокупность взаимосвязанных морфологических и гематологических показателей, которые отражают в первую очередь физиологическое состояние особи, то благодаря изучению рыб, выделенных в группы одинакового физиологического состояния, становится возможным познание морфофизиологического статуса популяции.

#### 4. ВЫВОДЫ

1 Количественные изменения показателей морфофизиологического статуса у рыб подчиняются общим закономерностям, характерным для рыб и других позвоночных животных, и отражают их адаптационные способности в периоды нагула, зимовки, миграции и при бактериальных инфекциях

2 Пресноводные и морские рыбы, различные по систематическому положению и образу жизни, имеют сходство морфологии стадий созревания эритроцитов, лимфоцитов и нейтрофилов. Состав гранулоцитов изученных видов отличается на уровне отрядов и семейств

3. У карпа и путассу, существенно различающихся по образу жизни, сезонные изменения показателей белой крови в нагульный период однонаправлены и подчиняются общим закономерностям, характерным для позвоночных животных. Однако масштабы изменения содержания лейкоцитов и лейкоцитарной формулы у морской рыбы значительно меньше, чем у пресноводного карпа. Количество лимфоцитов у путассу варьирует от 40,5 до 49,6 %, а у карпа изменяется в пределах 61,1 % (зимой) – 90,5 % (летом и осенью)

4 Физиологическое состояние у карпа в нагульный период характеризуется повышенной концентрацией белка крови, умеренно высокими показателями красной крови, повышенным содержанием лейкоцитов, активизацией лимфопоэза, миелопоэза, усиленной миграцией нейтрофилов в ткани. При увеличении плотности посадки сеголетков карпа в выростном пруду наряду с морфофизиологичес-

кими изменениями происходит торможение их роста пропорционально биомассе рыб, что позволяет прогнозировать выход сеголетков по динамике их средней массы

5 По результатам исследования были выявлены изменения морфофизиологического статуса стандартной по массе зимующей молоди карпа, которые оцениваются как близкие к норме, а у 10 % карпов наблюдаются его значительные отклонения от нормы, что приводит к их элиминации. В то же время морфофизиологические показатели нестандартных карпов в период зимовки не имели признаков патологии.

6 Оснащенность гемоглобином и объем крови у молоди карпа увеличиваются в течение зимовки с 2,72 до 3,50 г/кг массы рыбы при относительно постоянной (81,3 - 83,2 г/л) концентрации гемоглобина в периферической крови. Накопление гемоглобина (до 5,20 г/кг) в большей степени наблюдается у больных, истощенных рыб.

В зимовальных прудах сеголетки склонны к заболеванию псевдомонозом, которое осложняется бактериальным поражением покровов. При этом гибель рыб происходит при высокой концентрации гемоглобина и белка в крови и сопровождается патологическими изменениями клеточных элементов крови. Обработка рыбы в прудах гипохлоритом кальция снимает внешний бактериальный пресс, гибель рыб прекращается, морфофизиологические показатели постепенно возвращаются к зимней норме.

7. Каждой из стадий развития аэромоноза, выделенных по клиническим признакам, соответствует взаимосвязанная картина морфофизиологических показателей. Прогрессирующее развитие аэромоноза характеризуется искажением сезонных реакций крови – развитием анемии, протеинемии, лейкоцитозом, повышенным лимфопозом, нейтрофилией с регенеративным сдвигом ядра влево. При выздоровлении исчезновение симптомов болезни сопровождается медленной нормализацией гематологических критериев.

У рыб, резистентных к аэромонадам, клинические признаки аэромоноза развиваются слабо, адаптивный ответ крови на инфекцию заключается в повышении концентрации гемоглобина, патологических изменениях ядра эритроцита, лейкопении, нейтрофилии со сдвигом ядра вправо, адаптация к болезни сопровождается остановкой роста. Эффективная профилактика приводит к выздоровлению и нормализации показателей системы крови.

8 При профилактике заболевания аэромонозом максимальный эффект лечебно-профилактического кормления достигается в том случае, если его проводить при появлении первых клинических при-

знаков – усилении рисунка подкожных кровеносных сосудов. Применение лечебных кормов ЛКФ и ЛГК с повышенным содержанием действующего вещества – фурацилина и фуразолидона не изменяет морфофизиологические показатели карпа.

Включение негашеной извести в состав лечебного корма против ботриоцефалеза не эффективно, тогда как гранулированный комби-корм «Циприноцестин-2» при его высокой терапевтической активности не оказывает отрицательного влияния на морфофизиологические показатели карпа и рекомендован к использованию.

При кормлении карпа преимущественно зерном достигается удовлетворительный темп роста, а морфофизиологические показатели рыб близки к норме. У карпа критерием адекватности кормления является высокая скорость линейного роста рыб, а в качестве критерия достаточности суточной дозы корма служит ожирение внутренностей, определенное в группе рыб «мелкие».

9. Нагульное физиологическое состояние у путассу характеризуется существенным понижением концентрации гемоглобина (менее 60 г/л), количества эритроцитов, доли моноцитов в лейкоцитарной формуле, количества тромбоцитов с уменьшением среди них доли зрелых овальных и вытянутых клеток. Миграционное состояние рыб характеризуется высоким уровнем названных показателей (концентрация гемоглобина – более 80 г/л).

10. Концентрация гемоглобина у изученных рыб – стабильный показатель, отражающий кислородный запрос особи в соответствии с ее физиологическим состоянием в период нагула (83,7 - 93,7 г/л, карп), зимовки (77,6 - 85,7 г/л, карп), миграции, при болезни.

## 5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Для достижения быстрого темпа роста карпа в прудах путем эффективной корректировки суточной дозы корма рекомендуется ввести в число показателей ежеледального контрольного облова (кроме определения средней массы) длину, массу, упитанность и ожирение внутренностей в группах по 10 особей, принадлежащих к каждой размерно-весовой группе рыб.

2. В наиболее опасное в отношении возникновения вспышек аэромоноза карпа время – при весеннем повышении температуры воды до 14 °С – в нагульных прудах рекомендуется проводить семидневное кормление лечебным кормом ЛГК по поедаемости. При отказе от проведения лечебно-профилактического кормления ухудшаются результаты выращивания рыб.

3 Для достижения высокой рентабельности рыбоводства рекомендуется выращивать сеголетков массой от 50 г при плотности около 20 тыс шт /га. Исследование морфофизиологического статуса показывает, что и нормативные параметры (1985) осенняя масса 27 г, конечная плотность посадки сеголетков карпа 39 тыс шт /га – адекватны для условий IV рыболовной зоны, к которой относятся белгородские хозяйства.

## 6. СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Волюнкин, Ю Л К методике взятия и исследования крови морских рыб / Ю Л Волюнкин // Биология и физиология рыб и водных беспозвоночных сб тр Калинингр техн ин-та рыб пром-сти и хоз-ва – 1979 – Вып 83 – С 49-52

2 Волюнкин, Ю Л К вопросу о тромбоцитах рыб / Ю Л Волюнкин // Труды Калининградского технического института рыбной промышленности и хозяйства – 1980 – Вып 91 – С 61-65

3 Волюнкин, Ю Л Лейкоциты и тромбоциты периферической крови некоторых рыб отряда окунеобразных (Perciformes) / Ю Л Волюнкин // Вопросы ихтиологии. – 1983. – Т. 23, вып. 5. – С. 865-869.

4 Волюнкин, Ю Л Показатели белой крови у путассу с различной миграционной активностью / Ю Л Волюнкин // XII межвузовская научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, аспирантов и сотрудников калининградских вузов Минрыбхоза СССР сб тез – Калининград, 1984 – С 27

5 Волюнкин, Ю. Л Показатели красной крови путассу, выловленной в Норвежском море / Ю Л Волюнкин // III межвузовская конференция молодых ученых и специалистов тез докл – Калининград, 1984 – С 103-104

6 Волюнкин, Ю Л К оценке физиологического состояния рыб по показателям красной крови / Ю Л Волюнкин // Биологические основы индустриальной аквакультуры темат сб науч тр / Калинингр техн ин-т рыб пром-сти и хоз-ва, отв. ред В Ф Пономарев – Калининград, 1984 – С 117-123

7 Волюнкин, Ю Л О причинах изменчивости показателей красной крови путассу / Ю Л Волюнкин, В А Аминева // VI Всесоюзная конференция по экологической физиологии и биохимии рыб (Вильнюс, сент 1985 г) тез докл. – Вильнюс, 1985 – С 44-45

8 Способ определения миграционной активности у путассу а с 1179560 СССР МКИ А01 К 61/00 / Ю Л Волюнкин (СССР) – № 3561614/28-13, заявл 27 12 1982, опубл 15 08 1985 ДСП – 3 с

9 Волюнкин, Ю Л Лейкоциты и тромбоциты периферической крови путассу (*Micromesistius poutassou* Risso) / Ю Л Волюнкин // Вопросы ихтиологии. – 1986. – Т. 26, вып. 1. – С. 129-136.

10 Волюнкин, Ю Л Гематологическая характеристика путассу Норвежского моря в летне-осенний период / Ю Л Волюнкин // Вопросы физиологии морских и проходных рыб сб науч тр / ВНИИ мор рыб хоз-ва и океанографии, отв ред А Я Сторожук – М, 1987 – С 168-178

11 Волюнкин, Ю Л Динамика показателей красной крови с увеличением размера путассу / Ю Л Волюнкин // Вопросы физиологии морских и проходных рыб сб науч тр / ВНИИ мор рыб хоз-ва и океанографии, отв ред А Я Сторожук – М, 1987 – С 65-71

12 Волюнкин, Ю Л Эколого-физиологическая характеристика путассу как показатель ее миграционного состояния автореф дис канд биол наук / Ю Л Волюнкин – М., 1987 – 21 с

13 Волюнкин, Ю Л Опыт перевозки подрощенной молодежи рыб / Ю Л Волюнкин, Р Г Гамзаев // **Рыбное хозяйство.** – 1988. – № 11. – С. 53.

14 Волюнкин, Ю Л Морфология клеток красной и белой крови молодежи карпа / Ю Л. Волюнкин // *Ichthyohaematology proceedings of the 2nd Ichthyohaematological Conference, Litomysl, 28-29 listopadu, 1989 / Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology Vodnany – Litomysl, 1989*

15 Волюнкин, Ю Л Динамика показателей красной крови годовиков карпа в период зимовки / Ю Л Волюнкин, В А Аминева // Вопросы экологической физиологии рыб, ихтиопатологии – Калининград, 1990 – С 63-83

16 Волюнкин, Ю Л Временное наставление по применению фурацилина при аэронозе карпов № 044/3 от 03 04 1990 утв ГУВ с Гос вет инспекцией Гос комиссии СМ СССР по продовольствию и закупкам / Ю Л Волюнкин – Белгород Б и, 1990 – 2 с.

17 Волюнкин, Ю Л Использование гашеной извести в кормах для борьбы с кишечными цестодами карпа / Ю Л Волюнкин, Д П Скачков, С В Грохотов // **Ветеринария.** – 1991. – № 4. – С. 41-43.

18 Волюнкин, Ю Л Эффективность кормления карпов различными кормами / Ю Л Волюнкин, С П Скачков // **Рыбное хозяйство.** – 1990. – № 8. – С. 32-34.

19 Волюнкин, Ю Л Краснуха в рыбхозах Белгородской области / Ю Л Волюнкин, С П Ноздрин, Т Ф Евсюкова, А Г Борисов, С В Грохотов, В В Шимко // **Рыбное хозяйство.** – 1991. – № 9. – С. 41-43.

20 Способ приготовления лечебного корма для рыб а с 1751880 СССР МКИ А 01 К 61/00 / Ю Л Волюнкин, Т Ф Евсюкова, С В Грохотов, А Г Борисов, Н И Жуков (СССР) – № 4844629/13, заявл 16 04 1990, опубл 1.04 1992 ДСП – 3 с

21 Волюнкин, Ю Л Лечение краснухи трехлетних карпов в Ивнянском рыбхозе / Ю Л Волюнкин // Международная научно-техническая конференция, посвященная 70-летию основания Калининградского государственного технического университета (Калининград, 17-19 окт 2000 г) сб тез и докл в 2 ч / Калинингр гос техн ун-т – Калининград, 2000. – Ч 1 – С 122-123

22 Волюнкин, Ю Л Система лабораторного контроля за выращиванием рыбы / Ю Л Волюнкин // Международная научно-техническая конференция, посвященная 70-летию основания Калининградского государствен-



ного технического университета (Калининград, 17-19 окт 2000 г) сб тез и докл. в 2 ч / Калинингр гос техн ун-т – Калининград, 2000 – Ч 1 – С 124-125

23. Волынкин, Ю Л Выращивание товарных двухлетков карпа в рыбхозе Алексеевский / О Б Волынкина, Ю Л Волынкин // Международная научно-техническая конференция, посвященная 70-летию основания Калининградского государственного технического университета (Калининград, 17-19 окт 2000 г) сб тез и докл в 2 ч / Калинингр гос техн ун-т – Калининград, 2000 – Ч 1 – С 120-122

24 Волынкин, Ю Л Морфофизиологическая характеристика годовиков карпа при псевдомонозе / Ю Л Волынкин // Экологическая физиология и биохимия рыб в аспекте продуктивности водоемов / под ред Е В Микодиной – М, 2002 – С 184-193 – (Тр ВНИРО, т 141)

25 Волынкин, Ю Л Краснуха у трехлетних карпов в весенний период / Ю Л Волынкин // Инновации в науке и образовании – 2003 материалы междунар науч конф, посвящ 90-летию высш рыбохозяйств образования в России (Калининград, 13-15 окт 2003 г) / КГТУ – Калининград, 2003 – С 38-39

26 Волынкин, Ю Л Изменения морфофизиологических показателей годовиков карпа при температурной адаптации и скармливании «Циприноцестина-2» / Ю Л Волынкин // Инновации в науке и образовании–2004 материалы междунар науч конф, посвящ 10-летию КГТУ (Калининград, 20-22 окт 2004 г) тез. докл / КГТУ – Калининград, 2005 – С 231-232

27 Волынкин, Ю Л Морфофизиологические и гематологические изменения у годовиков карпа при зимнем псевдомонозе / Ю Л Волынкин // **Рыбное хозяйство. – 2005. – № 1. – С. 59-61.**

28 Волынкин, Ю Л. О стадиях развития аэромоноза карпа / Ю Л Волынкин // **Рыбное хозяйство. – 2005. – № 2. – С. 87-88.**

29 Волынкин, Ю Л Гематологическая характеристика трехлетков карпа *Surginus carpio* (*Surginiformes*, *Surginidae*) в весенний период / Ю Л Волынкин // Научные ведомости Белгородского государственного университета Сер Экология – 2005 – № 1 (21), вып 3 – С 79-87

30 Лечебный корм для рыб пат 2281768 Рос Федерация · МПК А61К31/422, А61Р31/00, А61Р31/04 / Ю Л Волынкин, заявитель и патентообладатель Ю Л Волынкин – № 2004109902/15, заявл 2004 03 31, опубл 2006 08 20, Бюл № 23 – 6 с

31 Волынкин, Ю Л Особенности линейного и весового роста товарного карпа при смешанной посадке в пруды / Ю Л Волынкин // Научные ведомости Белгородского государственного университета Сер Естественные науки – 2006 – № 3 (30), вып 2 – С 27-32

32 Волынкин, Ю Л Взаимосвязь морфофизиологических и гематологических показателей сеголетков карпа в период зимовки / Ю Л Волынкин // Современные проблемы популяционной экологии. материалы IX Междунар науч-практ экол конф (Белгород, 2-5 окт 2006 г) – Белгород, 2006 – С 37-38

33 Волынкин, Ю Л Динамика состава фитопланктона и зоопланктона нагульного пруда при выращивании двухлетних и трехлетних рыб / Ю Л Волынкин, С В Котляревская // Современные проблемы популяционной экологии. материалы IX Междунар науч -практ экол конф (Белгород, 2-5 окт 2006 г) – Белгород, 2006 – С 38-39

34 Волынкин, Ю Л Временное наставление по применению гранулированного комбикорма ЛГК против аэромоноза и псевдомоноза рыб № 27 от 28 01 2002 / Ю Л Волынкин, Вет отд с Гос вет инспекцией упр сел хоз-ва адм Белгор обл – Белгород Б и , 2002 – 2 с

35 Волынкин, Ю Л Временные рекомендации по профилактике и лечению зимних форм краснухи рыбопосадочного материала и ремонтно-маточного поголовья карпа и растительноядных рыб № 3/1 от 15 01 92 / Ю Л Волынкин, Вет отд с Гос вет инспекцией Белгор облисполкома – Белгород Б и , 1992 – 2 с

36 Волынкин, Ю Л Временное наставление по применению лечебного гранулированного комбикорма ЛКФ против аэромоноза и псевдомоноза рыб №3/2 от 17 01 1992 / Ю Л Волынкин, Отд ветеринарии с Гос вет инспекцией Белгор облисполкома – Белгород Б и , 1992 – 2 с

37 Волынкин, Ю Л Морфологические и гематологические изменения у трехлетних карпов в начале рыбоводного сезона / Ю Л Волынкин, С В Шевцов, М С Волкова // Современные проблемы экологии и экологического образования межвуз сб науч тр / отв и науч ред В М Басов, УОП ЕГУ им И А Бунина – Вып 2. – Елец, 2006 – С 30-41

38 Волынкин, Ю Л Основные компоненты биоценоза хвостохранилища Лебединского ГОКа / Ю Л Волынкин, В В Румянцев, А А Анохин // Иктиологические исследования на внутренних водоемах материалы Междунар науч конф , посвящ 100-летию со дня рожд А И Душина (Саранск, апр 2007 г) / отв ред А Б Ручин, Мордов гос ун-т – Саранск, 2007 – С. 24-25

39 Волынкин, Ю Л Гематологическая характеристика карпа в зависимости от стадии развития аэромоноза / Ю. Л Волынкин // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 2. – С. 95-99.

40 Волынкин, Ю Л О кормах и способах кормления товарного карпа / Ю Л Волынкин, П А Стракатов, А Л Палладий, С П Васильев, А Г Козлов // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 4. – С. 90-93.

41 Волынкин, Ю Л Водные биологические ресурсы / А Ф Колчанов, Н В Селезнева, А В. Дегтярь, Ю Л Волынкин // Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области / под ред С В Лукина, БелГУ – Белгород, 2007 – С 427-454

42 Волынкин, Ю Л Особенности линейного и весового роста товарного карпа при смешанной посадке в пруды / Ю Л Волынкин // Научные ведомости Белгородского государственного университета Сер Естественные науки – 2007 – № 5 (36), вып 2 – С 29-33

*Примечание* жирным шрифтом выделены статьи, опубликованные в литературных источниках по списку ВАК

---

2,5 печ л

Зак 225

Тир 100 экз

---

Центр оперативной полиграфии  
ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА имени К А Тимирязева  
127550, Москва, ул Тимирязевская, 44