



## Экологические и биологические особенности зимовки рыб при преподавании курса «Рыбоводство»

Научная статья  
УДК: 372.857

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-1-33-38

**Муньков Алексей Николаевич** – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, генетики и разведения животных, «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» (ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ), Республика Татарстан, Казань, Россия

*E-mail:* amunkov@yandex.ru

**Смирнов Андрей Анатольевич** – доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»); профессор кафедры точных и естественных наук, Северо-Восточный государственный университет (СВГУ); доцент кафедры ихтиологии, Дагестанский государственный университет (ДГУ), Москва, Россия

*E-mail:* andrsmir@mail.ru

### Адреса:

1. ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» – Россия, 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Сибирский тракт, д. 35
2. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО») – Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, д. 19
3. Северо-Восточный государственный университет – Россия, 685000, г. Магадан, ул. Портовая, д. 13
4. Дагестанский государственный университет – Россия, 367025, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43а

**Аннотация.** Приводятся сведения о необходимости изучения экологических и биологических особенностей зимовки рыб при преподавании курса «Рыбоводство», в связи со сложностью технологического процесса, на который оказывает влияние множество биотических и абиотических факторов.

**Ключевые слова:** зимовка рыб, экологические факторы, студенты, рыбоводство

**Для цитирования:** Муньков А.Н., Смирнов А.А. Экологические и биологические особенности зимовки рыб при преподавании курса «Рыбоводство» // Рыбное хозяйство. 2024. № 1. С. 33-38. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-1-33-38

## ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES OF FISH WINTERING WHEN TEACHING THE COURSE «FISH BREEDING»

**Munkov Alexey Nikolaevich** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology, Genetics and Animal Breeding, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman (Kazan SAVM), Republic of Tatarstan, Kazan, Russia

**Smirnov Andrey Anatolyevich** – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Department of Marine Fishes of the Far East, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO); Professor of the Department of Exact and Natural Sciences, Northeastern State University (SVSU); Associate Professor of the Department of Ichthyology, Dagestan State University (DSU), Moscow, Russia

### Address:

1. **Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman** – Russia, 420029, Republic of Tatarstan, Kazan, Sibirsky trakt str., 35
2. **Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)** – Russia, 105187, Moscow, Okruzhny Proezd, 19
3. **Northeastern State University** – Russia, 685000, Magadan, Portovaya str., 13
4. **Dagestan State University** – Russia, Republic of Dagestan, 367025, Makhachkala, Gadzhieva str., 43a

**Annotation.** Information is given about the need to study the biological and ecological features of the manifestation of fish diseases when teaching the course «Fish diseases», in connection with the new conditions of industrial fish farming.

**Keywords:** fish wintering, environmental factors, students, fish farming

**For citation:** Munkov A.N., Smirnov A.A. Ecological and biological features of fish wintering when teaching the course «Fish Breeding» // Fisheries. 2024. No. 1. Pp. 33-38. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-1-33-38

В Российской Федерации одной из важнейших задач Доктрины продовольственной безопасности является обеспечение населения высококачественной, доступной отечественной рыбной продукцией [1], т.к. рыбное сырье – наиболее перспективно при производстве продуктов функционального назначения, удовлетворяющих потребности человека в питательных веществах [2].

В докладе ФАО ООН «Состояние мирового рыболовства и аквакультуры...» сообщается,

что в 2020 г. общий объем продукции рыболовства и аквакультуры достиг 214 млн т, из которых аквакультура составила 88 млн т (49%) [3].

Ожидается, что объем мирового производства рыбы (рыбный промысел и аквакультура) будет расти и далее. Значительная часть этого роста будет происходить за счет увеличения производства аквакультуры, которая к 2031 г. составит уже 53% общего объема мирового производства рыбы [4].

В связи с этим, необходимо осуществлять постоянный мониторинг рыб, выращиваемых в аквакультуре, в том числе их зимовки, в связи со сложностью технологического процесса, на который оказывает влияние множество биотических и абиотических факторов.

С целью подготовки высококвалифицированных специалистов по аквакультуре для различных регионов РФ, на кафедре биологии, генетики и разведения животных ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» (далее – ГАВМ) для студентов факультета биотехнологии и стандартизации преподается курс «Рыбоводство».

При преподавании этого курса особое внимание уделяется изучению экологических и биологических особенностей зимовки рыб.

При преподавании курса «Рыбоводство» в ФГБОУ ВО «Казанская ГАВМ» руководствуются федеральным государственным стандартом высшего образования 3+ +. Согласно этому стандарту, студенты должны овладеть определенными компетенциями.

**Общепрофессиональные компетенции: ОПК-4.** Способность обосновывать и реализовывать в профессиональной деятельности современные технологии, с использованием приборно-инструментальной базы, и использовать основные естественные, биологические и профессиональные понятия, а также методы при решении общепрофессиональных задач.

**Знать:**

- основные понятия о биологии, анатомии и физиологии рыб, влияние экологических условий на их жизнедеятельность;
- основные понятия об этапах жизненного цикла рыб, особенностях размножения, питания и роста;
- методы повышения естественной рыбопродуктивности при использовании технологии выращивания рыб.

**Уметь:**

- с применением приборно-инструментальной базы, определять виды разводимых рыб и степень их упитанности;
- планировать территории рыбного хозяйства в условиях конкретной местности, используя основные профессиональные понятия;
- проводить расчет корма, необходимого при осуществлении уплотненной посадки

рыбы в нагульном пруду, используя основные биологические понятия;

- проводить расчет необходимого количества удобрений, применяя основные биологические и профессиональные понятия.

**Владеть:**

- основными методами расчетов, необходимого для выращивания в прудах, количества посадочного материала для увеличения получаемой рыбопродукции;



- методами интенсификации выращивания рыб для увеличения естественной рыбопродуктивности водоемов;

**профессиональными компетенциями: ПК-6.**

- способность управлять технологическими процессами производства, первичной переработки, хранения продукции животноводства.

**Знать:**

- методы прогнозирования влияния экологических факторов на биологию, анатомию и физиологию рыб (экспертных оценок, экстраполяции, математического моделирования), используемые при планировании производства рыбопродукции;
- методы и условия хранения различных видов рыбопродукции, обеспечивающие ее сохранность.



### Уметь:

- пользоваться электронными информационно-аналитическими ресурсами, в том числе – профильными базами данных, программными комплексами, при сборе исходной информации и при разработке технологии получения, первичной переработки, хранении рыбопродукции;
- выбирать оборудование для хранения рыбопродукции;
- оценивать эффективность разработанных технологических решений по получению, первичной переработке, хранении рыбопродукции;
- принимать корректирующие меры, в случае выявления отклонений реализуемых технологических процессов получения, первичной переработки, хранения рыбопродукции от разработанных планов, технологий и (или) выявления низкой эффективности разработанных технологий.

**Владеть:** сбором исходной информации для разработки технологии получения, первичной переработки, хранения рыбопродукции.

Зимовка рыбы – один из наиболее сложных технологических процессов в рыбоводстве. На ее результаты оказывает влияние множество биотических и абиотических факторов.

При чтении лекций отмечается, что основными биотическими факторами рыбы, влияющими на зимостойкость, являются: 1) вид; 2) порода; 3) размер и вес; 4) упитанность (жирность); 5) здоровье.

К основным абиотическим факторам относятся: 1) температура воды; 2) газовый режим водоема (растворенный кислород, углекислый газ, сероводород, метан и т. д.); 3) гидрохимический режим водоема (концентрация аммония, нитритов, железа).

При анализе вида рыбы студентам сообщается, что возможны три варианта зимовки рыбы – в состоянии анабиоза, «голодная» и зимовка с активным питанием.

В состоянии анабиоза зимуют, например, караси (золотой и серебряный) и линь. При этом рыбы могут закапываться в грунт водоема (иногда на глубину до 50 см), у них останавливается жаберное дыхание (необходимый кислород они получают через поверхность кожи), пульс может быть менее 1 удара

в минуту или вообще прекращаться. В состоянии анабиоза рыбы могут зимовать в самых суровых условиях – при высокой длительности зимовки, при плохом кислородном режиме и даже в насквозь промерзающих водоемах, когда лед ложится на дно.

«Голодная» зимовка характерна для сазана, карпа, амуров, толстолобиков, осетровых и т. д. Эти рыбы подо льдом сохраняют минимальную двигательную активность, но не питаются и живут за счет накопленных энергетических (обычно жировых) запасов. Для успешной зимовки таким рыбам нужен слой не промерзшей воды с достаточной концентрацией растворенного кислорода. Потеря массы во время зимовки выше, чем у рыб, зимующих в анабиозе.

*Зимовка с активным питанием.* Окунь, щука, судак, радужная форель, плотва, налим, ерш во время зимовки остаются полностью активными и продолжают питаться. Требуют значительных объемов незамерзшей воды, хорошего кислородного режима и наличия пищи. Во время зимовки рыбы могут и не терять вес, иногда даже продолжают расти, но очень медленно.

В лекциях подчеркивается, что все существующие породы карпа можно условно разделить на две группы – «южные» и «северные». При селекции «южных» пород на первое место ставятся продуктивные качества – плодовитость, скорость роста, хорошая оплата корма, приспособленность к высоким плотностям посадки и т. д. Зимостойкость, как правило, не входит в главные критерии селекции, поэтому «южные» карпы требовательны к условиям зимовки и их зимостойкость относительно низкая. При селекции «северных» пород зимостойкость и приспособленность рыбы к суровым условиям обитания является одним из основных критериев отбора. Поэтому «северные» породы карпа выдерживают более длительный срок зимовки и менее требовательны к качеству воды, в сравнении с «южными» породами.

При преподавании данного курса в разделе «Зимовка рыбы» обязательно обращается внимание студентов на размер и вес рыбы и ее упитанность (жирность). Чем крупнее рыба – тем лучше она зимует, это правило практически не имеет исключений. У крупной рыбы медленнее обмен веществ – то есть она тра-

тит меньше энергии в единицу времени. Кроме того, у крупной рыбы, как правило, больше количество жира в организме. Стандартная масса сеголетков карпа, обеспечивающая удачную зимовку – 25-30 граммов. Если рыба крупнее (например, 40-50 г) – результаты зимовки будут гораздо лучше. Если сеголетки мелкие – 12-15 г, то зимостойкость у них будет низкая, они могут вообще не дожить до весны, погибнув от истощения. Основным энергетическим веществом, которое расходуется во время зимовки, у рыб является жир. Для того, чтобы его запасов хватило на зимовку, рыба должна иметь определенную жирность, которая будет сильно зависеть от качества жира, то есть от кормов, которыми питалась рыба. Например, при выращивании сеголетков карпа при уплотненных посадках, когда основой рациона рыб является комбикорм, в теле рыб накапливается жир с малым содержанием полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), имеющий низкую энергетическую ценность. Для успешной зимовки содержание такого жира в теле рыб должно быть не менее 4%. При выращивании сеголетков в условиях разреженной посадки, когда основой их рациона являются естественные корма, откладывающийся в теле рыб жир содержит много ПНЖК и обладает высокой энергетической ценностью. В этом случае достаточно всего 2% жира для успешной зимовки сеголетков [5].

На лекциях показывают, что хорошо зимует только здоровая рыба. Зимовка больной рыбы непредсказуема, иногда наблюдается ее 100%-ная гибель. Лечение карпа во время зимовки сильно осложняется низкой температурой воды. Например, нельзя использовать основной способ введения лекарственных препаратов – с кормом, так как карп во время зимовки не питается. Даже использование многих лекарственных препаратов «по воде» будет неэффективным, например, антибиотики «не работают», если температура воды менее +6–8 °С.

Для профилактики заболеваний рыбы в зимовальных прудах нельзя в одном пруду смешивать сеголетков из разных выростных прудов. Перед посадкой сеголетков на зимовку рекомендуется проводить их

через солевые или формалиновые ванны, тщательно дезинфицировать зимовальные пруды.

Необходимо помнить, что борьба с возбудителями болезней в зимовальных водоемах затруднена, ввиду того, что они или их промежуточные хозяева постоянно находятся в воде рыбоводного сооружения, поступают из источников водоснабжения, либо передаются от больных рыб к здоровым, т.к. рыбы находятся вместе [6].

Рассматривая параметр «температура воды», студентам объясняют, что оптимальной для зимовки рыбы является температура +1–+2 °С. При снижении температуры до +0,1–+0,2 °С у рыбы развиваются простудные заболевания. При росте температуры выше оптимума, обмен веществ у рыбы ускоряется, и она гораздо быстрее расходует жировые запасы. Поэтому зимовка в теплые зимы, с большим количеством оттепелей, может происходить хуже, чем в холодные зимы. В водоемах со слабым или отсутствующим течением зимой наблюдается температурная стратификация – вертикальное разделение пластов воды на зоны с разной температурой. При активном перемешивании водных масс стратификации не наблюдается.

Говоря о газовом режиме водоема, нужно помнить, что при низких температурах снижается сила и частота сокращений жаберных мышц, понижая тем самым эффективность дыхания рыб. Для нормальной зимовки карпа концентрация растворенного кислорода должна составлять 5-8 мг/л. При падении концентрации до 4 мг/л, следует увеличить водообмен или использовать аэрацию воды. При концентрации кислорода 3 мг/л и меньше рыбы начинают беспокоиться, пытаются уйти в зоны с лучшим кислородным режимом (на приток). Потребление кислорода мелкими рыбами выше, чем крупными.

Растворимость углекислого газа в воде в разы выше, чем у кислорода и азота, с ростом температуры воды она возрастает. В зимовальных прудах углекислый газ может накапливаться в значительных количествах, так как плотность посадки зимующих рыб высокая, а фотосинтез, в процессе которого летом поглощается углекислый газ, отсутствует. При больших количествах углекислый газ способен связываться с ге-

моглобином в крови рыб, превращая его в карбоксигемоглобин, не являющийся переносчиком кислорода. При этом рыба может погибнуть от асфиксии, даже при высокой концентрации кислорода в воде. Важна не столько абсолютная концентрация углекислоты в воде, сколько соотношение растворенной углекислоты к растворенному кислороду:

- при соотношении растворенной углекислоты к растворенному кислороду 5:1 и менее – обеспечивается нормальное дыхание рыб;
- при соотношении 6-7:1 – дыхание рыб затруднено, в крови возрастает количество карбоксигемоглобина;
- при соотношении 10:1 и более – рыба погибает от удушья.

При нормальном кислородном режиме концентрация растворенного углекислого газа в зимовальном пруду не должна быть выше 30 мг/л. Снизить ее количество можно усилением водообмена или использованием систем аэрации.

Таким образом, особое внимание, уделяемое биологическим и экологическим проявлениям особенностей зимовки рыб при преподавании курса «Рыбоводство», позволит подготовить кадры с высокой квалификацией, которые смогут с успехом работать в промышленном рыбководстве России.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов:*

*Муньков А. Н. – идея статьи, подготовка текста; Смирнов А.А. – обзор литературы, редакция и корректировка текста.*

*The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors:*

*Munkov A. N. – the idea of the article, the preparation of the text; Smirnov A.A. – literature review, revision and correction of the text.*

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Соколов А.В. Современное состояние и тенденции развития рыбохозяйственного комплекса России // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. № 4. 2019. С. 36-48.
2. Цибизова М.Е., Аверьянова Н.Д. Использование рыбного белка в сбалансированном питании // Вестник АГТУ. Серия «Рыбное хозяйство». 2009. № 1. С. 166-169.

3. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2022. На пути к «голубой» трансформации. Рим: ФАО. – 2022. <https://doi.org/10.4060/cc0463ru>. (Дата обращения 01.02.2024).
4. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2023. Agricultural Outlook 2023-2032 Paris. 2023. Available online: <https://doi.org/10.1787/08801ab7-en>. (Дата обращения 01.02.2024).
5. Интернет-ресурс: <https://thepresentation.ru/biologiya/zimovka-ryby>. (Дата обращения 01.02.2024).
6. Муньков А.Н., Смирнов А.А. Изучение биологических и экологических особенностей проявления болезней рыб при преподавании курса «Болезни рыб» // Рыбное хозяйство. 2023. № 2. С. 4-6. DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-4-6.

## LITERATURE AND SOURCES

1. Sokolov A.V. (2019). The current state and trends in the development of the fisheries complex of Russia // Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex-products of healthy nutrition. No. 4. Pp. 36-48. (In Russ.).
2. Tsbizova M.E., Averyanova N.D. (2009). The use of fish protein in a balanced diet // Bulletin of the ASTU. The series "Fisheries". No. 1. Pp. 166-169. (In Russ.).
3. The state of world fisheries and aquaculture – 2022. On the way to the "blue" transformation. Rome: FAO. – 2022. <https://doi.org/10.4060/cc0463ru>. (Date of request 01.02.2024).
4. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2023. Agricultural Outlook 2023-2032 Paris. 2023. Available online: <https://doi.org/10.1787/08801ab7-en>. (Date of request 01.02.2024).
5. Internet resource: <https://thepresentation.ru/biologiya/zimovka-ryby>. (Date of request 01.02.2024). (In Russ.).
6. Munkov A.N., Smirnov A.A. 2023. The study of biological and ecological features of the manifestation of fish diseases when teaching the course "Diseases of fish" // Fisheries. No. 2. Pp. 4-6. DOI 10.37663/0131-6184-2023-2-4-6. (In Rus., abstract in Eng.).

Материал поступил в редакцию / Received 06.02.2024  
Принят к публикации / Accepted for publication 09.02.2024