

УДК 597-116 : 539.16

**ТЕМП РОСТА И ПЛОДОВИТОСТЬ РЫБ ПРИ ОБИТАНИИ ИХ
В СРЕДЕ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ РАДИАЦИИ**

Э. А. Воронина, С. П. Пешков, И. А. Шеханова

Существенными показателями физиологического состояния животных при изменяющихся условиях внешней среды являются темп их роста и способность к воспроизводству. Повышенное содержание в воде искусственных радиоактивных веществ рассматривается в настоящее время как экологический фактор, оказывающий определенное действие на живые организмы. Цель предлагаемой работы — изучить характер роста и состояние воспроизводительной системы рыб при их хроническом обитании в среде с повышенным содержанием искусственных радионуклидов. В качестве объектов исследования взяли тилляпию — *Tilapia mossambica* Peters и плотву — *Rutilus rutilus lacustris* Pall.

Опыты с тилляпией проводили в аквариальных условиях. Рыб в зависимости от возраста и размера содержали в сосудах емкостью от 10 до 60 л при температуре 25—28°С. Воду и растворы меняли 2—3 раза в неделю. Испытывали действие Sr^{90} — Y^{90} активностью $3,1 \cdot 10^{-10}$, $1,5 \cdot 10^{-8}$ и $1,3 \cdot 10^{-6}$ Ки*/л. Радиоактивный препарат $\text{Sr}^{90}\text{Cl}_2$ стабильного носителя не имел. Опыт был проведен в двух повторностях, длительность первой повторности 368, второй 500 дней.

Действие ионизирующей радиации на плотву исследовали в полевых условиях. Популяция плотвы в течение длительного времени обитала в экспериментальном водоеме, искусственно загрязненном смесью Sr^{90} и Cs^{137} в количестве Sr^{90} $1,6 \cdot 10^{-7}$ Ки/л и Cs^{137} $3,9 \cdot 10^{-9}$ Ки/л с суммарной активностью $3,1 \cdot 10^{-7}$ Ки/л.

Минимальная годовая температура воды плюс 4°С, максимальная плюс 26°С. Толщина ледового покрова 0,6—1 м. В состав ихтиофауны водоема входит плотва — *Rutilus rutilus lacustris* Pall, щука — *Esox lucius* L., окунь — *Perca fluviatilis* L., язь — *Leuciscus idus* L. Результаты гидрохимического анализа воды приведены ниже.

| Элементы | Содержание, мг/л | Элементы | Содержание, мг/л |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|
| Fe^{++} | | Ca^{++} | 226,0 |
| общее | 0,24 | Mg^{++} | 74,3 |
| окисное | 0,012 | K^{+} | 20,0 |
| закисное | 0,012 | Na^{+} | 16,0 |
| Cl^{-} | 68,2 | Окислы | 2,0 |
| SO_4^{-} | — | pH | 7,26—7,58 |
| HCO_3^{-} | 143,4 | | |

Анализ полученных данных по темпу роста молоди тилляпии показал, что мальки в опытных аквариумах росли быстрее, чем в контрольном (рис. 1).

* Ки (кюри) в системе СИ = $3,7 \cdot 10^{10}$ с⁻¹.

Для исследования роста молоди плотвы в июле и сентябре в водоеме было отловлено 79 экземпляров (50 в июле и 29 в сентябре). В июле длина молоди колебалась от 16 до 24 мм, а масса от 30 до 120 мг. Преобладали особи длиной 18—21 мм и массой 44—72 мг. В сентябре длина тела мальков составляла 34—66 мм, а масса 285—2320 мг. Из приведенных данных видно, что темпы роста массы и линейного роста молоди плотвы, обитающей в экспериментальном водоеме, сильно варьируют. Однако средний линейный рост и средний рост ее массы следует считать хорошим (64,9 мг в июле и 1062 мг в сентябре).

С начала репродуктивного периода у самок теляпии в опытных вариантах интенсивность роста массы снизилась и у половозрелых особей составила в среднем 50% от прироста массы контрольных рыб. Прирост массы половозрелых опытных самцов теляпии также отличался от прироста массы контрольных. Наиболее низкая интенсивность роста массы рыбы отмечалась в варианте опыта с активностью радионуклидов $1,5 \cdot 10^{-8}$ Ки/л (рис. 2).

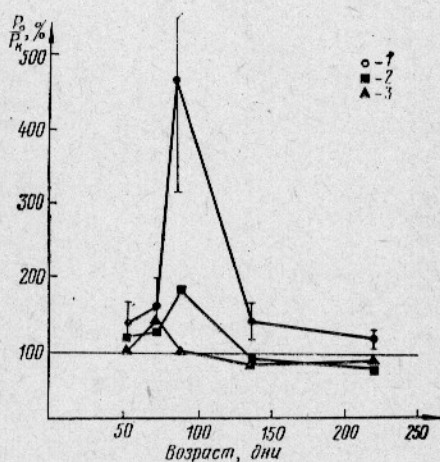


Рис. 1. Масса молоди теляпии при различных концентрациях Sr^{90} и Y^{90} (в % к массе контрольных рыб):

1 — $1 \cdot 10^{-10}$ Ки/л; 2 — $1 \cdot 10^{-8}$ Ки/л; 3 — $1 \cdot 10^{-6}$ Ки/л.

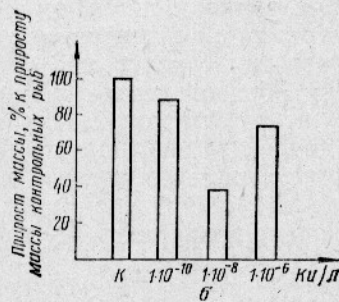
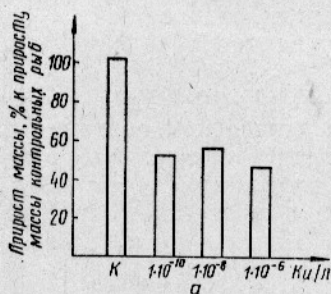


Рис. 2. Прирост массы самок (а) и самцов (б) теляпии в период нерестов (К — контроль).

Для характеристики нерестового стада плотвы было исследовано 185 рыб (105 самок и 80 самцов), отловленных в мае — июле. Темп роста взрослых рыб определяли по чешуе методом обратного расчисления. Как видно из рис. 3, самцы и самки интенсивно растут до шестилетнего возраста, после чего линейный рост их замедляется и до конца жизни длина рыб остается практически постоянной. Линейные размеры одних и тех же возрастных групп сильно различаются по годам. Наиболее медленно росли десяти- и девятилетки, наиболее быстро — четырех- и пятилетки. Так, длина самок этого поколения в возрасте 4+ достигла

159 мм, а самок более старшего поколения только 104 мм. Длина большей части особей к этому возрасту достигла 116—123 мм. Самцы всех возрастных групп растут несколько медленнее самок. В целом же темп роста плотвы, обитающей в экспериментальном водоеме, близок темпу роста плотвы, обитающей в естественных водоемах со сходным гидрохимическим режимом.

Несмотря на лучевую нагрузку, получаемую рыбами в условиях длительного хронического воздействия ионизирующей радиации, поло-

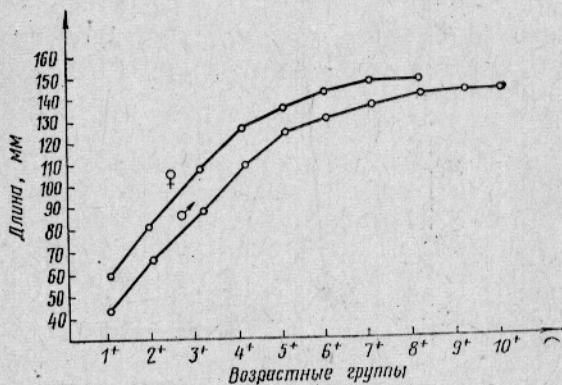


Рис. 3. Средний линейный темп роста самок и самцов плотвы, обитающей в экспериментальном водоеме.

вые железы у них развиваются и основная масса их дает потомство. Тилляпии начали размножаться в возрасте около 130 дней. В аквариумах за черестящимися рыбами наблюдали в течение 190 дней. В каждом варианте опыта и в контроле в нересте участвовало по пяти самок. В контроле наблюдалось 16 нерестов, в варианте опыта с концентрацией радиостронция $3,1 \cdot 10^{-10}$ Ки/л, $1,5 \cdot 10^{-8}$ Ки/л — 26 нерестов. В варианте опыта с концентрацией радиостронция $1,3 \cdot 10^{-6}$

Ки/л самцы оказались стерильными и потомства от них получено не было. Однако самки в этом варианте имели зрелую икру и после оплодотворения ее самцами, выращенными в растворе с более низкой концентрацией радиостронция, эмбрионы начали развиваться. У самок в варианте опыта с концентрацией радиостронция $1,3 \cdot 10^{-6}$ Ки/л было зарегистрировано 11 нерестов.

Таким образом, концентрацию $Sr^{90}-Y^{90}$ $1 \cdot 10^{-6}$ Ки/л для тилляпии можно считать пороговой, так как при длительном обитании в среде с такой концентрацией нарушается воспроизводство стада.

При изучении возрастного и полового состава нерестового стада плотвы было установлено (табл. 1), что в нерестовом стаде присутствуют особи в возрасте от 4+ до 10+.

Таблица 1

Возрастной и половой состав нерестового стада плотвы из экспериментального водоема

| Возрастные группы | Самки | | Самцы | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| | шт. | % | шт. | % |
| 10+ | 0 | 0 | 1 | 1,25 |
| 9+ | 1 | 0,95 | 2 | 2,5 |
| 8+ | 8 | 7,62 | 8 | 10 |
| 7+ | 25 | 23,81 | 21 | 26,25 |
| 6+ | 41 | 38,09 | 29 | 36,25 |
| 5+ | 23 | 21,9 | 11 | 13,75 |
| 4+ | 17 | 6,66 | 8 | 10 |

Основная масса представлена рыбами пяти-, шести- и семилетнего возраста. Эти возрастные группы у самок составляют 83,8%, а у самцов 76,25% от всех рыб, участвующих в нересте. Наиболее многочисленна группа нерестящихся самок и самцов в возрасте шести лет. В нерестовом стаде самок больше, чем самцов (76% от общего числа самок).

Основными показателями, характеризующими состояние популяции, являются плодовитость и качество получаемого потомства. Анализ результатов воспроизводства тилапии показал (табл. 2), что число икринок, отложенных самками в опыте с концентрацией радиостронция $3,1 \cdot 10^{-10}$ Ки/л, близко к их числу в контроле. Общее число икринок в опыте с концентрацией радиостронция $1,5 \cdot 10^{-8}$ Ки/л было наибольшим в результате более раннего полового созревания рыб, более коротких интервалов между повторными нерестами и большего количества нерестов за исследованный репродуктивный период. Однако количество нормальных личинок, выклюнувшихся из отложенной икры, в опытах снижается по сравнению с контролем прямопропорционально дозе облучения. Так, выход морфологически нормальных личинок в контрольном варианте составляет 75%, в опыте с концентрацией радиостронция $3,1 \cdot 10^{-10}$ Ки/л 67%, $1,5 \cdot 10^{-8}$ Ки/л — 49%. Таким образом, конечная эффективность репродуктивного периода опытных самок из варианта опыта с концентрацией радиостронция $1,5 \cdot 10^{-8}$ Ки/л, где наблюдалась более высокая по сравнению с контролем частота нерестов и было отложено большое количество икры, оказалась ниже, чем в контроле, за счет существенного уменьшения выхода нормальных жизнестойких особей в эмбриональный период развития.

Таблица 2

Эффективность репродуктивного периода самок тилапии

| Показатели | Конт- роль, шт. | Вариант опыта с концентрацией радиостронция, Ки/л | | | |
|---|--------------------|---|--------------|---------------------|--------------|
| | | $3,1 \cdot 10^{-10}$ | | $1,5 \cdot 10^{-8}$ | |
| | | шт. | % к контролю | шт. | % к контролю |
| Длительность репродуктивного периода, дни | 194 | 172 | | 146 | |
| Количество нерестов | 16 | 16 | 100 | 26 | 162 |
| Общее количество икринок | 3002 | 3008 | 100 | 2622 | 120 |
| личинок | | | | | |
| нормальных | 2243 | 2009 | 90 | 1741 | 78 |
| уродливых | 226 | 268 | 120 | 413 | 182 |

На рис. 4 показаны средние абсолютная и относительная плодовитости плотвы из экспериментального водоема. Видно, что относительная и абсолютная плодовитости у рыб в возрасте 3+ и 4+ увеличиваются, в возрасте 5+—9+ относительная плодовитость несколько снижается и достигает в среднем 85. Абсолютная плодовитость этих возрастных групп остается практически постоянной.

Индивидуальная относительная плодовитость плотвы колеблется в широких пределах (от 15,7 до 180,6), наиболее переменны эти пока-

затели у самок в возрасте 5+. Отмечена очень низкая индивидуальная абсолютная плодовитость (511—11953 шт.). Наименьшую абсолютную плодовитость имеют самки в возрасте 4+, наибольшую — самки в возрасте 7+.

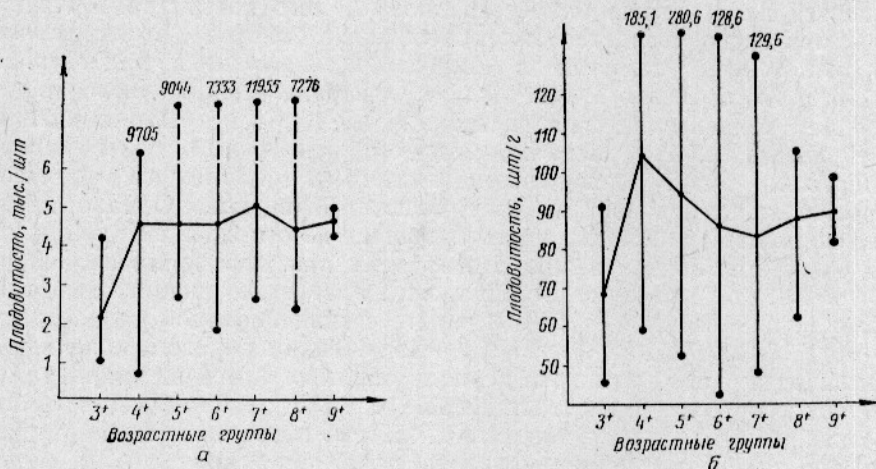


Рис. 4. Средняя абсолютная (а) и относительная (б) плодовитость плотвы по возрастным группам.

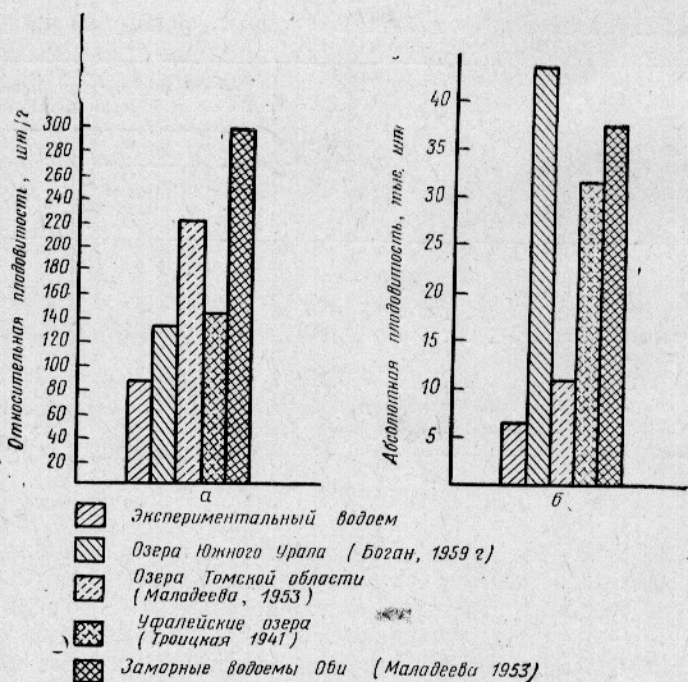


Рис. 5. Средняя относительная (а) и абсолютная (б) плодовитость сибирской плотвы по различным географическим зонам СССР.

Из-за отсутствия водоема со сходным химическим составом воды для оценки полученных данных были взяты литературные данные за ряд лет по различным географическим зонам СССР. Как видно из рис. 5, колебания средних абсолютной и относительной плодовитости плотвы, выловленной в различных водоемах, значительны. Однако ни в одном из них плодовитость плотвы не была такой низкой, как в экспериментальном.

Сопоставление результатов полевых и лабораторных исследований позволяет предположить, что постоянное присутствие растворенных в воде искусственных радиоактивных веществ не оказывает существенного влияния на темп роста рыб. Функция половых желез при воздействии инкорпорированной радиации несколько подавляется: поражаются семенники самцов и снижается плодовитость половозрелых самок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Боган Ф. Е. Особенности размножения сибирской плотвы в горных озерах Южного Урала.— В сб.: «Биологические основы рыбного хозяйства». Изд. Томского государственного университета им. В. В. Куйбышева, 1959, с. 49—55.

Маладеева Р. Ш. К морфологии и биологии сибирской плотвы в водоемах Томской области.— «Труды Томского государственного университета им. В. В. Куйбышева», 1953, т. 125, с. 107—127.

Троицкая В. И. Промыслово-биологический очерк и рыбохозяйственная оценка Уфалейских озер.— «Труды Уральского отделения ВНИОРХ», 1941, т. III, с. 37—87.

Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., АН СССР, 1959. 163 с.

Шеханова И. А., Воронина Э. А. Влияние радиоактивного загрязнения водной среды на воспроизводительную способность рыб.— «Труды ВНИРО», 1971, т. 79, с. 95—102.

SUMMARY

The study of growth rates and conditions of the reproduction system in fish maintained chronically in a medium with an increased content of artificial radionuclides has shown that the growth rate of fry in the sample is higher than in the control. In older fish the growth rate is retarded. The function of sexual glands is somewhat depressed after they were subject to incorporated radiation: milt is damaged and fecundity of mature females is reduced.