

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОТВЫ (*RUTILUS RUTILUS* L.) ВЕЛИКОЙ ГУБЫ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ROACH (*RUTILUS RUTILUS* L.) FROM THE GREAT BAY OF LAKE ONEGA USING METHODS OF MATHEMATICAL STATISTICS

I. Dzyubuk
E. Klyukina

Summary. The analysis of the results of studies of the biology of roach (*Rutilus rutilus* L.) from the Great Bay of Onega lake (Karelia) is presented in the article. Fishing was carried out in the summer period (June and July) 2023 near the coast of Kizhi Island and at a distance (500 m) from it. A total of 42 fish specimens were studied. It has been revealed that roaches aged from 2+ to 7+ years inhabited near the coast of Kizhi Island (individuals 3+ and 4+ years old predominated), in which the body length was in the range of 10.8–19.6 cm, the mass of 9.1 g to 97.0 g and the fatness of 0.7 to 1.4. At a distance from the island, roaches aged 6+–10+ years fattened (individuals 8+ years old predominated), for which the length was in the range of 17.9–28.2 cm, the mass of 78 g to 165.3 g, the fatness of 0.8 to 2.4. It has been established that for the roach (*R. rutilus* L.) from the Great Bay, males (60 %) predominated over females (40 %) in percentage terms. The equation for the growth of roach (2+–10+ years) from the Great Bay of Onega lake was obtained ($W = 0,02 \cdot Lt^{2,8}$, where W — mass, g, Lt — body length AC, cm). It has been revealed that the growth rate of roach from the Great Bay of Onega lake (Middle Karelia) is lower than that of roach from lakes Pryazhinskoye and Shangima (Lake Onega basin, South Karelia).

Keywords: roach, weight, body length, fatness, age composition, sex composition, Great Bay, Onega lake.

Дзюбук Ирина Михайловна

кандидат биологических наук, доцент,
Петрозаводский государственный университет,
ikrup69@mail.ru

Клюкина Елена Александровна

кандидат технических наук, доцент,
Петрозаводский государственный университет,
elena_k_79@mail.ru

Аннотация. В статье представлен анализ результатов исследований биологии плотвы (*Rutilus rutilus* L.) Великой губы Онежского озера (Карелия). Отлов рыб проводился в летний период (июнь и июль) 2023 года у берега острова Кижы и в отдалении (500 м) от него. Всего исследовано 42 экземпляра рыб. Выявлено, что у берега острова Кижы обитает плотва возраста от 2+ до 7+ лет (преобладают особи 3+ и 4+ лет), у которой длина тела была в пределах 10,8–19,6 см, масса — 9,1–97,0 г и упитанность — 0,7–1,4. В отдалении от острова нагуливается плотва возраста 6+–10+ лет (преобладают особи 8+ лет), для которой длина была в пределах 17,9–28,2 см, масса — 78–165,3 г, упитанность — 0,8–1,4. Установлено, что у плотвы (*R. rutilus* L.), обитающей в Великой губе, в процентном отношении преобладали самцы (60 %) над самками (40 %). Получено уравнение роста плотвы (2+–10+ лет), обитающей в Великой губе Онежского озера ($W = 0,02 \cdot Lt^{2,8}$, где W — масса тела, г, Lt — длина тела АС, см). Было выявлено, что скорость роста плотвы, обитающей в Великой губе Онежского озера (Средняя Карелия) ниже, чем у плотвы из озер Пряжинское и Шаньгима (бассейн Онежского озера, Южная Карелия).

Ключевые слова: плотва, масса, длина тела, упитанность, возрастной состав, половой состав, Великая губа, Онежское озеро.

В настоящее время не теряют актуальности работы по изучению рыбного населения пресноводных озер Карелии, в том числе и крупнейшего водоема — Онежского озера [2, 3, 12, 14]. Они представляют научный интерес, а также имеют практическое значение для развития рыбохозяйственной отрасли в регионе.

Многочисленные результаты исследования Онежского озера отразили нежелательные изменения в экосистеме, в том числе рыбной части ее сообщества, в процессе эвтрофикации, интенсивно развивавшейся в разных районах озера [1, 9, 13].

Для предотвращения возможных негативных изменений и сохранения экологического баланса в экосистеме Онежского озера важно иметь информацию о современном состоянии популяций разных видов рыб. Изучение особенностей роста, развития, половой структуры популяций рыб и других параметров является необходимой составляющей ихтиологического мониторинга озер, которое позволяет формировать представления о современном состоянии рыбной части сообщества, прогнозировать изменения и решать вопросы поддержания численности разных видов рыб.

Во многих водоемах Карелии, от мелких рек до крупнейших озер, распространена плотва (*R. rutilus* L.). Она относится к массовым и вторично промысловым видам рыб Онежского озера. Распространена по всей акватории водоема, преимущественно населяет мелководные заливы (губы Кефть, Святуху, Оров, Великую и др.) с обширной водной растительностью, где обеспечена пищей и укрытиями. Плотва является эврифагом и конкурентом в питании леща и молоди ценных видов рыб. Это высоко толерантный вид, переносит органическое загрязнение вод и низкое содержание в них питательных веществ.

Целью работы была оценка современного биологического состояния плотвы (*Rutilus rutilus* L.) Великой губы Онежского озера с использованием современных методов математической статистики.

Материалы и методики исследования

Исследования проводили в акватории Великой губы Онежского озера, расположенной в Медвежьегорском районе Республики Карелия. Великая губа — один из мелководных, северо-западных заливов озера, врезающийся в Заонежский полуостров. Ранее этот район отличался повышенной продуктивностью, по сравнению с открытыми районами озера [7].

Вылов рыб осуществляли в районе, прилегающем к западной части острова Кижь (у берега и на расстоянии 500 м от берега), в летний период (июнь — июль) 2022 года на удочку (поплавочную и спиннинговую).

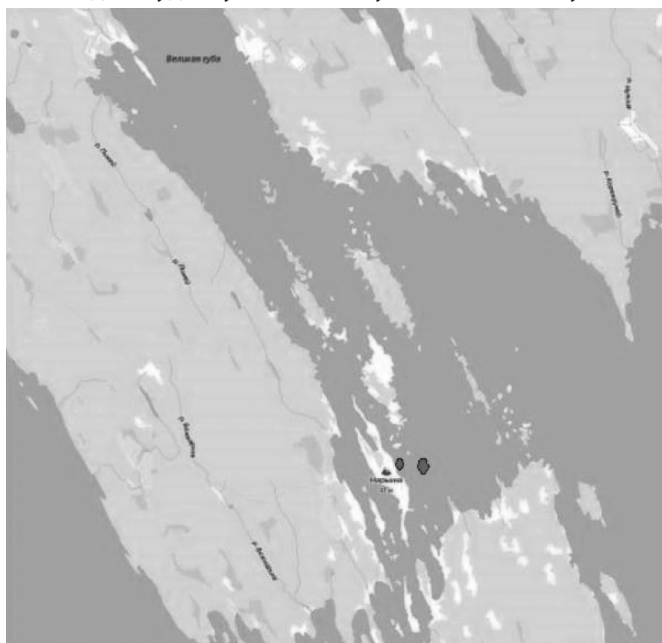


Рис. 1. Расположение мест вылова рыб (отмечены стрелками)

(https://yandex.ru/maps/geo/selo_velikaya_guba/53127533/?ll=35.222600%2C62.082239&source=entity_search&z=16)

Всего было исследовано 42 особи плотвы: 18 (у берега), 24 (в 500 м от берега). Взвешивание, измерение, определение возраста, вскрытие рыб проводили по стандартным методикам [8, 10]. Непосредственно после отлова рыбу измеряли с помощью сантиметровой ленты, взвешивали на электронных весах и проводили отбор чешуи для определения возраста. В лабораторных условиях готовили чешуйные препараты, по которым определяли возраст рыб, просматривая при помощи бинокля МБС–6. При вскрытии рыбы определяли ее пол.

В ходе исследований давали оценку возрастного, размерно-массового и полового состава рыб в уловах у берега острова Кижь и в отдалении от берега на расстоянии 500 м. Для оценки возрастного и полового составов плотвы из разных районов отлова использовали процентное соотношение возрастных групп и разных полов (самок и самцов) соответственно. Для характеристики размерно-массовых параметров рыб, вычисляли средние значения массы (г) и длины тела (AB, см), а также диапазоны варьирования этих параметров. Исследование роста массовых видов рыб провели с помощью регрессионного анализа, а именно, построили линии регрессии, отображающие зависимость массы тела рыб от длины тела AC. Определяли степень упитанности рыб, используя коэффициент упитанности, вычисляемый по формуле T.W.Fulton:

$$Q = 100 \cdot M/L^3,$$

где M — масса тела в г, L — длина тела (AC).

Весь фактический материал обработан статистически с применением стандартных методов вариационной статистики [5]. Статистическую обработку данных, построение таблиц и графиков проводили с использованием стандартного программного пакета MS Excel.

Результаты и обсуждение

В результате нашего исследования было выявлено, что возраст плотвы, обитающей в Великой губе Онежского озера, был от 2+ до 10+ лет. Известно, что продолжительность жизни плотвы в Карельских озерах — 20 лет, но особи старше 14 лет в уловах встречаются редко [3, 4, 15]. Оказалось, что около берега острова Кижь плотва была представлена в уловах особями возраста 2+–7+ лет. Наибольшее количество (28 %) было особей 3+ и 4+ лет, наименьшее (5,6 %) — трехлеток (2+). Можно предположить, что отсутствие молоди плотвы (0+–1+ лет) в уловах, связано с тем, что она остается вблизи нерестилищ, а затем, достигая возраста 2+ лет переходит на другие кормные участки в береговой зоне острова Кижь. В возрасте 6+–7+ лет и старше плотва нагуливается главным образом ближе к открытой части залива. Так, в уловах в районе, отдаленном от береговой зоны острова Кижь,

плотва была возраста 6+–10+ лет. Наибольшее количество (41 %) было девятилеток (8+) плотвы, наименьшее (4 %) — семилеток (6+).

В ходе исследований был проведен анализ полового состава плотвы залива Великой губы Онежского озера. В выборках по уловам у берега острова Киж и на отдалении от него присутствовали как самки, так и самцы плотвы. Доля самок плотвы как у берега острова, так и в отдалении от него составила 40 %, доля самцов — 60 %. Преобладание самцов над самками плотвы может свидетельствовать о снижении темпов воспроизводства популяции в районе острова Киж Великой губы Онежского озера.

Наиболее точные границы для альтернативного признака «пол плотвы» дает ϕ -преобразование Фишера [5]. Так, доверительные границы доли самок плотвы в уловах у берега ($p=0,4$ при уровне значимости $\alpha=0,05$):

$$\phi_{лев} = 1,369 - 1,96/18^{0,5} = 0,907,$$

$$\phi_{прав} = 1,369 + 1,96/18^{0,5} = 1,831,$$

$$p_{лев} = p(0,907) = 19,2 \%, p_{прав} = p(1,831) = 62,9 \%.$$

То есть доля самок плотвы в генеральной совокупности (у берега острова) составляет минимум 19,2 %, а максимум — 62,9 %.

Доверительные границы доли самок плотвы в уловах в отдалении от берега ($p=0,4$ при уровне значимости $\alpha=0,05$):

$$\phi_{лев} = 1,369 - 1,96/24^{0,5} = 0,969,$$

$$\phi_{прав} = 1,369 + 1,96/24^{0,5} = 1,769,$$

$$p_{лев} = p(0,969) = 21,7 \%, p_{прав} = p(1,769) = 59,9 \%.$$

То есть доля самок плотвы в генеральной совокупности (в отдалении от берега острова) составляет минимум 21,7 %, а максимум — 59,9 %.

В водоемах Карелии плотва может достигать по длине 30–35 см и по массе 1,2–1,4 кг. Обычные ее размеры в возрасте 10 лет — 20 см и масса — 150 г. В озере Пяозеро плотва в возрасте 14 лет достигает размера 21,4 см и массы 184 г, а в Онежском озере в возрасте 15 лет — 27,5 см и 245 г соответственно [3, 4, 11]. Анализ размерно-массовых параметров плотвы Великой губы Онежского озера показал, что длина плотвы (2+–7+ лет), пойманной у берега острова Киж, была в пределах 10,8–19,6 см, масса — 9,1–97,0 г. Длина плотвы (6+–10+ лет) из уловов в отдалении от берега острова была — 17,9–28,2 см, масса — 78–165,3 г.

Плотва — медленно растущий в карельских водоемах вид карповых. Абсолютный прирост длины и массы плотвы, обитающей у берега острова Киж в Великой губе Онежского озера, составляет за 5 лет 8,4 см и 87,9 г соответственно, а у выловленной вдали от берега острова за 4 года — 10,3 см и 87,3 г соответственно. Коэффициент упитанности, рассчитанный для плотвы, обитающей у берега острова Киж, был в пределах 0,7–1,4, а для нагуливающейся вдали от берега острова — 0,8–2,4.

В ходе исследования плотвы (2+–10+ лет) Великой губы Онежского озера было получено уравнение роста

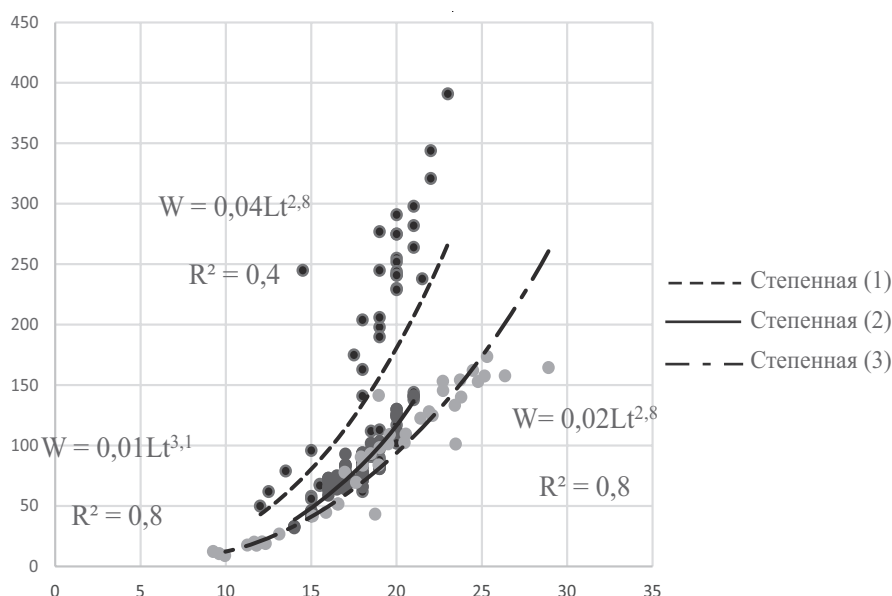


Рис. 2. Соотношение массы (W) и длины тела AC (Lt) плотвы (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)):

1 — линия регрессии для плотвы (3+–10+ лет) озера Пряжинское, 2 — линия регрессии для плотвы (4+–7+ лет) озера Шаньгима, 3 — линия регрессии для плотвы (2+–10+ лет) Великой губы Онежского озера

($W = 0,02 \cdot Lt^{2,8}$, где W — масса тела, г, Lt — длина тела АС, см), которое объясняет 83 % ($R^2 = 0,84$) изменчивости в массе тела плотвы. Данный степенной тренд был получен после исключения одного выпада, который не удовлетворял критерию выпада t [5], а именно, самца возраста 7+, обитающего у берега острова Кижы, с длиной тела АС, равной 18,0 см, и массой тела, равной 110 г.

Ранее нами были получены уравнения роста для плотвы двух озер бассейна Онежского озера — Пряжинское (мезогумозное, олиготрофное) и Шаньгима (эвтрофное) [3]. Для сравнительного анализа роста плотвы (*R. rutilus*) в Великой губе Онежского озера и озер Пряжинское и Шаньгима построили следующие линии регрессии: для плотвы (3+–10+ лет), обитающей в озере Пряжинское ($W = 0,04 \cdot Lt^{2,8}$); для плотвы (4+–7+лет), обитающей в озере Шаньгима ($W = 0,01 \cdot Lt^{3,1}$); для плотвы (2+–10+ лет), обитающей в Великой губе (рис. 2).

Построенная линия регрессии по плотве, обитающей в Великой губе Онежского озера (Средняя Карелия), показала низкую скорость роста у нее, по сравнению с плотвой из озер, располагающихся в Южной Карелии (Пряжинское и Шаньгима).

Заключение

В результате проведенных исследований (июнь—июль 2022 года) было выявлено, что в Великой губе Онежского озера обитает плотва возраста +2–10+ лет. При этом, у берега острова Кижы преимущественно концентрируется плотва возраста 2+–7+ лет с преобладанием четырех— и пятилеток (3+–4+ лет), а в отдалении от берега плотва более старшего возраста — 6+–10+ лет с преобладанием девятилеток (8+ лет). Вероятно, это связано с тем, что плотва возраста полового созревания (3–5 лет) в основном обитает у берега острова Кижы, где находит оптимальные условия откорма (высшие растения, планктон, микробентос, перифитон, детрит и др.) и места укрытия в водной растительности. В более старшем возрасте (6+–7+ лет) плотва отходит от береговой зоны и нагуливается в отдалении от берега острова ближе к открытой части залива с подходящими для себя

кормовыми условиями (донные растения, низшие водоросли, крупные беспозвоночные, личинки и мальки рыб и др.), а крупные размеры позволяют плотве избегать хищников.

Анализ полового состава плотвы, показал, что и у берега острова, и в отдалении от него преобладали самцы (60 %) над самками (40 %). Известно, что при благоприятных условиях количество самок в популяции рыб увеличивается, что способствует воспроизводству и увеличению численности особей в популяции. Поэтому, смещение в соотношении полов в сторону самцов может быть показателем изменения условий обитания для плотвы и снижения темпов воспроизводства популяции в районе острова Кижы Онежского озера.

Полученные размерно-массовые показатели плотвы, обитающей в районе острова Кижы Великой губы Онежского озера, соответствуют имеющимся литературным данным. Так, длина плотвы (2+–10+ лет) Великой губы Онежского озера была в пределах 10,8–28,2 см, а масса — 9,1–165,3 г. Абсолютный прирост длины и массы плотвы в среднем за год составляет 2,1 см и 19,5 г соответственно. Коэффициент упитанности, рассчитанный для плотвы (2+–10+ лет) Великой губы был в пределах 0,7–1,4. Наименее упитанные были трехлетки (2+) плотвы, а наиболее упитанные — восьмилетки (7+).

Сравнительный анализ роста плотвы в Великой губе Онежского озера и в ранее исследованных нами озерах Пряжинское и Шаньгима (бассейн Онежского озера), выявил, что скорость роста плотвы, обитающей в Великой губе Онежского озера ниже, чем у плотвы этих озер. Это закономерно и связано с тем, что Великая губа (северо-западный залив) Онежского озера, расположена севернее (Средняя Карелия) озер Пряжинское и Шаньгима (Южная Карелия). При этом плотва растет быстрее в мезогумозном, олиготрофном озере Пряжинское, чем в эвтрофном озере Шаньгима.

Выражаем благодарность за помощь в сборе материала Яне Владимировне Придня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биоресурсы Онежского озера / Сост. В.И. Кухарев, А.А. Лукин. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 272 с.
2. Дзюбук И.М., Ключкина Е.А. Современное биологическое состояние массовых видов рыб озера Кончезеро (Карелия) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 20. № 5. 2018. С. 104–109.
3. Дзюбук И.М. Оценка видовой структуры и состояния популяций рыбного населения озер бассейна Онежского озера (Карелия) с использованием методов математической статистики. / И.М. Дзюбук, Е.А. Ключкина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Самара, 2019. Т.21, № 2(2). С.147–153.
4. Ивантер Д.Э., Рыжков Л.П. Рыбы. Петрозаводск: ПетрГУ, 2004. 176 с.
5. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. 298 с.
6. Кафанова В.В. Методы определения возраста и роста рыб: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1984. 55 с.
7. Онежское озеро. Экологические проблемы. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. 293 с.

8. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
9. Рыбы Онежского озера и их хозяйственное использование. Л., 1983. 123 с.
10. Рыжков Л.П., Дзюбук И.М., Кучко Т.Ю. Ихтиологические исследования на водоемах: учеб. Пособие для студентов эколого-биологического и агротехнического факультетов. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. 72 с.
11. Савосин Д.С., Ильмаст Н.В. Ихтиофауна озера Пяозера (северная Карелия): материалы VI Международного Балтийского морского форума [Электронный ресурс]. Калининград: Изд-во: Калининградский государственный технический университет. 2018. С. 135-147 // Режим доступа URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36906388> (дата обращения: 18.05.2020).
12. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Милянчук Н.П. Рыбное население малых водоемов бассейна Онежского озера и перспективы их использования // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. Сер. Экологические исследования. 2018. № 10. С. 96–104.
13. Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения. Ред. З. С. Кауфман. Л., 1990. С.192–231.
14. Dzyubuk I.M. Characterization of the fish population in the south-west part of Onega lake (Karelia) based on the results of long-term monitoring /Journal of Environmental Treatment Techniques. 2020, Vol.8, Iss. 4, P.: 1510–1515. (ISSN 2309-1185-Iran-Scopus).
15. Dzyubuk I.M. Long-term changes in the fish population in a lake of the Kuma reservoir system (Karelia, Russia). Iran. J. Ichthyol. (2021) 8(4): 303–310. P-ISSN: 2383-1561; E-ISSN: 2383-0964

© Дзюбук Ирина Михайловна (ikrup69@mail.ru); Ключкина Елена Александровна (elena_k_79@mail.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»