

И.В. КНЯЗЕВ, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

ФГУП "Государственный научно-производственный центр
рыбного хозяйства"
e-mail: g-r-c@mail.ru

БИОМАССА СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ *CARASSIUS AURATUS GIBELIO* (Bloch, 1782) В ЭВТРОФНОМ ОЗЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Приведена методика расчета биомассы и промысловой продукции серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) в эвтрофном озере юга Тюменской области. Для расчета коэффициента общей смертности применен метод Бивертон – Холта, коэффициента естественной смертности – метод Алверсона – Карни. Используются показатели роста (уравнение Бергаланфи, удельная скорость роста), полученные в ходе 4-летних наблюдений на оз. Большое Калмакское. Биомасса серебряного карася составила 115 кг/га, оптимальная промысловая продукция (возможный улов) – 47 кг/га. Это составляет 55 % от общей потенциальной промысловой рыбопродукции. Полученные величины характерны для слабооблавливаемых водоемов юга Западной Сибири. Показатели могут быть увеличены в 1,8 раза за счет интродукции планктофагов (песядь) и растительноядных рыб. Приведенный порядок расчета можно использовать при оценке возможного улова рыбы в эксплуатируемых озерах. Для этого необходимо иметь достоверную информацию о размерно-возрастном составе уловов и биологических показателях объекта промысла.

Ключевые слова: серебряный карась, эвтрофное озеро, гидрохимический режим, кормовая база, иктиомасса, общая, естественная и промысловая смертность, промысловая продукция, возможный улов.

Серебряный карась *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) – доминирующий компонент ихтиофауны в заморных эвтрофных озерах Западной Сибири. Уловы его только в Тюменской области в последние годы достигают 1500–2000 т. Промысловая рыбопродукция (улов) этого вида колеблется в весьма широких пределах и составляет от 15 до 60 кг/га. Для оценки оптимального улова необходимо знание численности промыслового запаса в водоеме, методы расчета которого нуждаются в совершенствовании.

Цель данного исследования – оценить численность и биомассу промыслового запаса в одном из наиболее типичных эвтрофных озер юга Тюменской области и рассчитать величину возможного улова.

Для выполнения этой цели решены следующие задачи:

- проведена оценка общей, естественной и промысловой смертности серебряного карася;
- на основании знания коэффициентов смертности и величины улова рассчитан промысловый запас вида в водоеме;
- оценена величина оптимального улова.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Сбор материала проводили в 2009–2012 гг. в оз. Большое Калмакское площадью 487 га (Армизонский район Тюменской области). В качестве орудий лова использовали сети ставные комбинированные длиной 35 м, составленные из 5-метровых отрезков с ячей 22, 30, 36, 40, 45, 50 и 60 мм. Осуществляли массовые промеры промысловых уловов. Биологический

анализ и массовые промеры проводили по общепринятым в ихтиологии методам [1].

Уравнение сигмоидального роста Берталанфи рассчитано с учетом возраста достижения максимальной продуктивности [2–4], что исключало влияние на параметры уравнения старшевозрастных групп, слабо представленных в выборке. Использовали следующее выражение [5]:

$$W_t = \left\{ W_{\infty}^{1/b} - (W_{\infty}^{1/b} - W_1^{1/b}) \exp[-K(t - t_1)] \right\}^b, \quad (1)$$

где W_t – масса тела в возрасте t ; W_{∞} – предельная масса рыбы; K – коэффициент роста; b – показатель степени в уравнении зависимости «масса – промысловая длина тела»; W_1 – масса тела в момент времени t_1 , после которого рост является сигмоидальным.

Предельную промысловую длину рыб (L_{∞}) рассчитывали по величине предельной массы, используя уравнение зависимости «масса – промысловая длина тела».

Мгновенную общую смертность (Z) оценивали по методу Бивертон и Холта [6]:

$$Z = K(L_{\infty} - l_{cp}) / (l_{cp} - l'), \quad (2)$$

где Z – мгновенный коэффициент общей смертности; K – коэффициент роста в уравнении Берталанфи; L_{∞} – предельная длина рыбы в уравнении Берталанфи; l' – длина рыбы наименьшей размерной группы, полностью представленной в уловах; l_{cp} – средняя длина выловленных рыб, размер которых больше l' .

Естественную смертность рассчитывали по несколько видоизмененному методу Алверсона – Карни [7]. Согласно этому методу

$$P_t = N_0 \exp(-Mt) W_t, \quad (3)$$

где P_t – биомасса в возрасте t ; N_0 – начальная численность; M – мгновенная естественная смертность; W_t – масса рыбы в возрасте t .

В момент достижения кульминации ихтиомассы P_t ее прирост равен нулю, отсюда, дифференцируя, получим, что в этот момент $M = (dW/dt)/W$, или удельной скорости роста (C_w).

Мгновенную промысловую смертность (F) определяли как разность между общей и естественной смертностью ($Z-M$). Далее численность рыб рассчитывали по формуле [6]

$$N = YZ/F[1 - \exp(-Z)], \quad (4)$$

где N – численность, или биомасса, промзапаса; Y – улов; Z , F – общая и промысловая смертность.

Рекомендуемую промысловую смертность (F_{rec}) определяли в диапазоне мгновенного показателя естественной смертности от 0,5 до 1,0 [8]. Оптимальный улов серебряного карася в озере рассчитывали с учетом F_{rec} .

Всего за период исследований полный биологический анализ проведен у 770 экз. рыб, для массовых промеров улова использовано 4300 экз. серебряного карася.

Гидрохимический состав и кормовая база предоставлены сотрудниками ФГУП «Госрыбцентр» Н.С. Князевой и Т.Е. Якушиной.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оз. Большое Калмакское расположено в пределах Ишимской равнины, в центре Тобол-Ишимского междуречья. Озеро занимает площадь, равную 487 га, средняя глубина – 2,0 м. Дно ровное, котловина чашеобразной формы. Водоем материковый бессточный. Основной весенний приток воды идет с западного и восточного направлений. Водоем овальной формы. Берега большей частью пологие, местами заболоченные. Дно покрыто рдестом гребенчатым. Тростник охватывает сплошным поясом всю береговую линию. Встречается рогоз узколистный. В толще воды имеются отдельные пятна мягкой растительности (рдесты). Общая зарастаемость – 30 %.

Озеро заморное минерализованное. Состав воды по состоянию на 29.07.2012 г. следующий: pH 9,03; перманганатная окисляемость 28,3 мгО/дм³; N/NH₄⁺ 0,21 мг/дм³; N/NO₂⁻ < 0,006; N/NO₃⁻ 0,10; PO₄³⁻ < 0,05; Fe_{общ} < 0,10; HCO₃⁻ 733,0; Cl⁻ 2977,8; SO₄²⁻ 95,9; Ca²⁺ 37,91; Mg²⁺ 243,9; Na⁺+K⁺ 1859,8 мг/дм³; жесткость общая 21,95 мг-экв./дм³; Σ ионов 6011,16 мг/дм³.

Вода соответствовала требованиям отраслевого стандарта ОСТ15.372–87 [9] для рыбохозяйственных водоемов.

В течение 4 лет среднесезонная численность зоопланктона была в пределах 828–1041 тыс. экз./м³, биомасса – 4,15–8,9 г/м³, среднесезонная численность зообентоса – 34–163 экз./м², биомасса – 0,04–0,32 г/м². Средняя за 4 года наблюдений биомасса зоопланктона составила 5,5 г/м³, биомасса зообентоса – 0,23 г/м². Согласно рыбохозяйственной классификации М.Л. Пидгайко с соавт. [10], оз. Большое Калмакское по величине биомассы зоопланктона относится к водоемам категории «выше средней кормности – высококормный», а по биомассе зообентоса – к малокормным водоемам.

Промышленный лов серебряного карася проводится ставными сетями и фитилями. Интенсивность промысла крайне низкая, среднегодовой вылов не превышает 5 т.

Расчеты показали, что предельная масса тела серебряного карася (W_{∞}) составляет 480 г, предельная длина (L_{∞}) – 23,6 см, коэффициент роста – 0,259, соотношение «масса – промысловая длина» имеет вид

$$W = 0,029l^{3,07}. \quad (5)$$

Уравнение сигмоидального роста выглядит следующим образом:

$$W_t = \{7,48 - 3,63 \exp[-0,259(t-3,5)]\}^{3,07}. \quad (6)$$

По данным массовых промеров уловов, серебряный карась начинает осваиваться промыслом с возраста 3+ при длине тела 12,2 см. Средняя длина тела карасей в уловах при этом составляет 14,3 см. Согласно формуле (2), общая смертность (Z) составит 1,15.

Для расчета мгновенной естественной смертности использовали размерно-возрастной ряд (см. таблицу), полученный с использованием уравнения роста (1). Удельную скорость роста (C_w) рассчитывали по формуле

$$C_w = \ln W_{t+1} - \ln W_t, \quad (7)$$

где W_{t+1} и W_t – масса рыбы в возрасте t и $t+1$.

Размерно-возрастные показатели серебряного карася		
Возраст, лет	Масса, г	Удельная скорость роста (C_w)
2+	23,0	1,00
3+	62,7	0,60
4+	114,1	0,39
5+	169,0	0,27
6+	221,9	0,19
7+	269,7	

По методу Алверсона – Карни [7] для неэксплуатируемых популяций кульминация ихтиомассы наступает при возрасте, равном 0,25 от максимально наблюдаемого возраста в улове, составляющего не менее 0,5 % от выборки. Для эксплуатируемых популяций кульминация ихтиомассы наступает при возрасте, равном 0,38 от максимально наблюдаемого возраста. В оз. Большое Калмакское интенсивность промысла чрезвычайно низка, поэтому принимаем соотношение, применимое для неэксплуатируемых популяций. В этом случае кульминация ихтиомассы наступает в возрасте двух лет, а естественная смертность (равная удельной скорости роста в возрасте двух лет) составит 1,0.

Мгновенная промысловая смертность оказывается равной $1,15 - 1,0 = 0,15$.

Среднегодовой вылов серебряного карася составил 5 т. По формуле (4) ихтиомасса промзапаса равна 56 т (115 кг/га).

В связи с перенаселенностью водоема при прогнозировании принято, что рекомендуемая промысловая смертность должна быть равна 0,9 от естественной и составлять 0,9. Для расчета оптимального вылова серебряного карася использовали формулу [8]

$$Y = N F_{rec} \cdot \{1 - \exp[-(M + F_{rec})]\} / (M + F_{rec}). \quad (8)$$

В этом случае вылов серебряного карася должен быть равен 23 т (47 кг/га), или в 4,6 раза выше, чем в настоящее время. Промысел может быть интенсифицирован с помощью ставных неводов.

В результате исследований А.А. Бабушкина, И.В. Князева, Н.С. Ниязова и др. [11] получено уравнение множественной регрессии зависимости промысловой рыбопродуктивности озер от ряда факторов. Для водоемов

Армизонского района Тюменской области, где расположено оз. Большое Калмакское, уравнение при $R = 0,68$, $R^2=0,46$ имеет вид

$$F = 69,93 - 1,62 \times S + 7,40 \times M - 0,54 \times Z + 2,50 \times P + 1,34 \times B, \quad (9)$$

где F – промысловая рыбопродуктивность, кг/га; S – площадь водоема, км²; M – морфоэдафический индекс; Z – зарастаемость, %; P – биомасса зоопланктона, г/м³; B – биомасса зообентоса, г/м²; R – коэффициент корреляции; R^2 – коэффициент детерминации.

Исходя из уравнения (9) потенциальная промысловая рыбопродукция оз. Большой Калмакское составляет 84,8 кг/га. Другими словами, вылов карася должен составлять 55 % от общей потенциальной промысловой рыбопродукции. Остальная часть может быть получена за счет зарыбления водоема планктофагами (пелядь) и растительноядными рыбами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование показателей роста серебряного карася для расчета естественной, общей и промысловой смертности дает возможность оценить биомассу рыбы в водоеме. При этом основной проблемой остается получение достоверной информации о вылове. На основе 4-летних наблюдений, проведенных в эвтрофном водоеме юга Тюменской области, интенсивность облова которого крайне низка, установлено, что ихтиомасса промыслового запаса серебряного карася равна 56 т (115 кг/га), а промысловая продукция этого вида должна составлять 23 т (47 кг/га). Показатели могут быть увеличены в 1,8 раза за счет интродукции планктофагов (пелядь) и растительноядных рыб. Приведенный порядок расчета можно использовать при оценке возможного улова рыбы в эксплуатируемых озерах. Для этого необходимо иметь достоверную информацию о размерно-возрастном составе уловов и биологических показателях объекта промысла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 299 с.
2. Канеп С.В. Рост и продуктивность сиговых рыб (род *Coregonus*, Salmonidae) фауны СССР в пределах естественных ареалов и районов акклиматизации // Зоол. журн. – 1976. – Т. 55, вып. 1. – С. 76–88.
3. Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. – М.: Наука, 1976. – 291 с.
4. Князев И.В. О различных подходах к нахождению параметров уравнения сигмоидального роста на примере обской пеляди *Coregonus peled* // Вопр. ихтиологии. – 1991. – Т. 31, вып. 2. – С. 216–221.
5. Винберг Г.Г. Некоторые необходимые элементы уточнения приемов изучения роста животных // Гидробиол. журн. – 1984. – № 6. – С. 3–10.
6. Засосов А.В. Теоретические основы рыболовства. – М.: Пищ. пром-сть, 1970. – 292 с.
7. Применение математических методов и моделей для оценки запасов рыб: метод. рекомендации. – М.: ВНИРО, 1984. – 155 с.
8. Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). – М.: ВНИРО, 2000. – 192 с.
9. ОСТ 15.372–87. Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы. – М., 1988. – 18 с.

10. Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И. и др. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов северо-запада СССР // Изв. ГосНИОРХ. – 1968. – Т. 67. – С. 205–228.
11. Бабушкин А.А., Князев И.В., Князева Н.С. и др. Исследование рыбохозяйственных водоемов лесостепи Тюменской области. – Тюмень, 2010. – 112 с.

Поступила в редакцию 19.12.2013

I.V. KNYAZEY, Candidate of Science in Biology, Head Researcher

State Scientific-and-Production Centre for Fisheries "Gosrybcentr"
e-mail: g-r-c@mail.ru

**BIOMASS OF CRUCIAN CARASSIUS AURATUS GIBELIO
(BLOCH, 1782)
IN EUTROPHIC LAKE OF WESTERN SIBERIA**

A method for calculating biomass and fish production of crucian *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) in eutrophic lake in the south of Tyumen Region is presented. The overall mortality was calculated by the Beverton-Holt method, the coefficient of natural mortality by the Alverson-Carney method. The growth indicators (Bertalanffy equation, specific growth rate, and etc) obtained during the 4-years observations in Lake Bolshoe Kalmakskoye were used. The biomass of crucian made up 115 kg/ha, possible yield 47 kg/ha. This represents 55% of the total potential of commercial production. The resulting values are typical for low fishing intensity reservoirs of Western Siberia. Indicators can be increased 1.8 times due to introduction of planktophages (peled) and herbivorous fish. The calculation order given can be used to assess possible fish catches in exploited lakes. Therefore, it is necessary for us to have reliable information about the size-age composition of fish catches and biological indicators of a fishery object.

Keywords: crucian, eutrophic lake, hydrochemical regime, fodder base, total, natural and fishing mortality, potential of commercial production, possible yield.
