

УДК 597.553.2.591.5

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МНОГОТЫЧИНКОВЫХ СИГОВ *COREGONUS LAVARETUS* (COREGONIDAE) СЯМОЗЕРА И ТУМАСОЗЕРА

© 2010 г. О. П. Стерлигова, Д. С. Савосин, Н. В. Ильмаст*

Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск

* E-mail: ilmast@karelia.ru

Поступила в редакцию 05.03.2009 г.

Ключевые слова: озёрные экосистемы, вид, популяция, сиговые рыбы.

Проблема сохранения биологического разнообразия стала особенно актуальной в последние годы в связи с резким сокращением числа видов и разрушением экосистем (Решетников, Шатуновский, 1997; Алимов и др., 2004; и др.). Некоторые водоёмы Европейского Севера, расположенные в труднодоступных районах, слабо подвержены влиянию хозяйственной деятельности человека, и в них сохранились неизученные популяции ценных видов рыб. Так, в Тумасозере впервые был обнаружен многотычинковый сиг *Coregonus lavaretus*.

С давних пор при разделении видов и внутривидовых форм у сиговых используется число жаберных тычинок (Himberg, 1970; Kottelat et al., 2005). По числу жаберных тычинок сиви делятся на малотычинковых (18–25 жаберных тычинок), среднетычинковых (26–40) и многотычинковых (41–65). Данных о многотычинковых сигах не так много, поэтому обнаружение новой популяции представляет особый интерес. Эти сиви в Карелии обитают в 13 водоёмах (из 60 тыс. озёр) различных по своему географическому положению (северная и южная тайга), по площади (от малых – 7–8, до больших – 1159 км²), по средним глубинам (от 3 до 25 м) и трофическому статусу (от олиготрофных до мезотрофных).

Целью наших исследований было изучение биологии и оценка условий обитания впервые обнаруженного многотычинкового сига Тумасозера и сравнение его биологических показателей с хорошо исследованным сигом Сямозера.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал по сигу Сямозера собран в 2006–2008 гг., Тумасозера – в 2007–2008 гг. Опытный лов рыбы проводили стандартным набором жилаковых сетей длиной 30 м, высотой 1.8 м, ячейёй 14–50 мм; сети выставляли в разных участках озёр и на разных глубинах. Лабораторную обработку

материала проводили по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Мина, Клевезаль, 1976; Решетников, 1980; Мина, 1981; Методические рекомендации ..., 1984; Лакин, 1990). Сигов измеряли, взвешивали, определяли пол и степень зрелости гонад. Возраст определяли по чешуе. У всех выловленных сигов (150 экз.) определяли число тычинок на 1-й жаберной дуге (*sp.br.*). Список видов рыб, название семейств, родов исследуемых водоемов приводится по книге “Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России” (1998).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сямозеро и Тумасозеро принадлежат к разным бассейнам (соответственно – Балтийского и Белого морей), имеют разное географическое положение (южная и северная тайга) и уровень трофности. Сямозеро – хорошо изученный водоём, где наблюдения ведутся с 1932 г. Тумасозеро практически не исследовано, и все данные по нему приводятся впервые. Озеро сохранилось в естественном состоянии (не считая влияния воздушного переноса), достаточно удалено от промышленных объектов, и его водосборная площадь слабо заселена. Такие водные экосистемы представляют интерес при значительно усиливающемся антропогенном воздействии.

Озёра сформировались после окончания оледенения. Высота расположения над уровнем моря составляет для Сямозера 106.5 м, для Тумасозера 151.7 м (табл. 1). Площадь Сямозера 266 км², наибольшая глубина 24.5 м, средняя – 6.7 м, длина береговой линии 159 км (Фрейндлинг, 1959). Тумасозеро имеет площадь 7.8 км², наибольшую глубину 11 м, среднюю – 2 м, длина береговой линии составляет 15.7 км (Григорьев, Грицевская, 1959).

Вода озёр значительно различается по всем гидрохимическим показателям (табл. 1). В Сямо-

Таблица 1. Лимнологические показатели исследуемых водоёмов

Показатели	Водоёмы	
	Сязозеро*	Тумасозеро (наши данные)
Северная широта	61°55'	63°23'
Восточная долгота	33°11'	32°51'
Высота над уровнем моря, м	106.5	151.7
Глубина, м		
– средняя	6.7	6.0
– максимальная	24.5	11.0
Показатель условного водообмена	0.24	–
Прозрачность, м	2.5	2.0
Цветность, град	41	85–150
pH	6.20–7.40	6.02–6.04
Содержание кислорода, мг/л (поверхность/дно)	8.1/9.5	9.5/9.8
Содержание углекислого газа, мг/л (поверхность/дно)	0.3/1.4	0.7/0.8
Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /л	8.5	12.0–17.9
Минерализация, мг/л	20–30	10
Фосфор, мгР/л		
– минеральный	0.003	0.002–0.003
– органический	0.027	0.015
– общий	0.030	0.017–0.018
Азот, мгN/л		
– аммонийный	0.020	0.04–0.05
– нитритный	0.001	–
– нитратный	0.05	–
– органический	0.19	0.33–0.36
– общий	0.45	0.38–0.40
Железо, мгFe/л	0.14	0.16–0.39
Биомасса фитопланктона, г/м ³	4.00	0.25
Биомасса зоопланктона, г/м ³	1.80	0.55
Биомасса бентоса, г/м ²	3.0	0.1
Число видов рыб	20	9

Примечание. * – Фрейндлинг, 1959; Решетников и др., 1982; Современное состояние ..., 1998; Стерлигова и др., 2002.

зере минерализация воды составляет 20–30 мг/л, содержание кислорода – 8.1–9.5 мг/л, активная реакция воды (pH) колеблется от 6.4 до 7.3, перманганатная окисляемость 8.5 мгО₂/л. Суммарный азот достигает 0.45 мгN/л (против 0.18 мгN/л – в 1950-х гг.); минеральный фосфор, ранее отмечавшийся лишь в следовых количествах, обнаруживается в концентрации до 0.003 мгР/л. Биомасса фитопланктона составляет 4.0 г/м³, зоопланктона – 1.8 г/м³, макрозообентоса – 3.0 г/м² (Стерлигова и др., 2002). В зоопланктоне появились виды-индикаторы повышенной трофности: *Polyartha luminosa*, *Synchaeta pectinata*.

В Тумасозере минерализация воды составляет 10 мг/л, содержание кислорода – 9.5–9.8 мг/л, активная реакция воды 6.04, перманганатная окисляемость 12–18 мгО₂/л. Водоём характеризуется низким содержанием органического, нитратного и нитритного азота и общего фосфора (табл. 1). Биомасса фитопланктона составляет 0.25 г/м³, зоопланктона – 0.55 г/м³, макрозообентоса – 0.1 г/м² (Стерлигова и др., 2009).

По шкале трофности Сязозеро относится к мезотрофному типу, некоторые заливы приближаются к эвтрофному; Тумасозеро – к олиготрофному (Китаев, 2007).

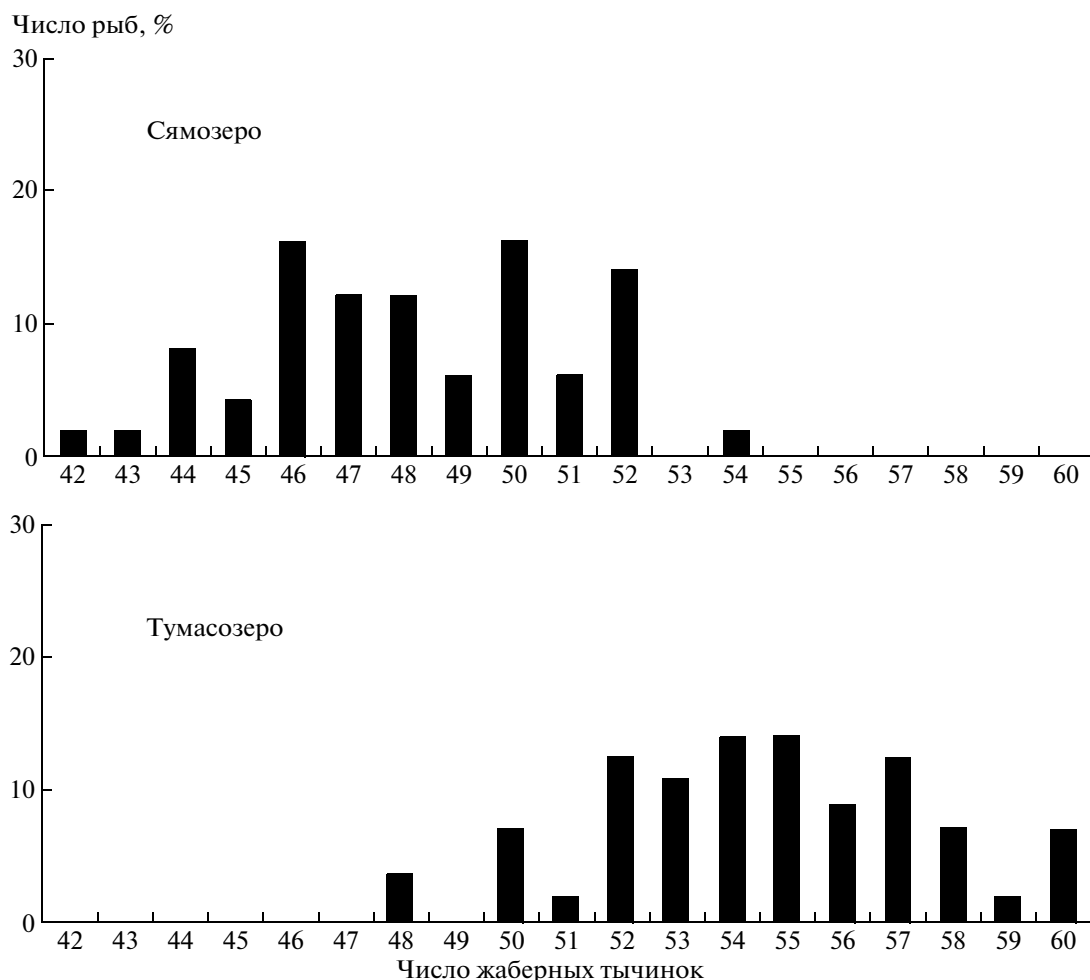
Таблица 2. Видовой состав рыб исследуемых водоёмов

Семейство и вид	Сямозеро	Тумасозеро
Сем. Salmonidae – лососевые		
<i>Salmo salar</i> L. – атлантический лосось	+	–
Сем. Coregonidae – сигаевые		
<i>Coregonus albula</i> (L.) – европейская ряпушка	+	+
<i>C. lavaretus pallasi</i> (Val.) – многотычинковый сиг	+	+
Сем. Osmeridae – корюшковые		
<i>Osmerus eperlanus</i> (L.) – корюшка	+	–
Сем. Esocidae – щуковые		
<i>Esox lucius</i> L. – обыкновенная щука	+	+
Сем. Cyprinidae – карповые		
<i>Abramis ballerus</i> (L.) – синец	+	–
<i>A. brama</i> (L.) – лещ	+	+
<i>Alburnus alburnus</i> (L.) – уклейка	+	–
<i>Blicca bjoerkna</i> (L.) – густера	+	–
<i>L. idus</i> (L.) – язь	+	+
<i>L. leuciscus</i> (L.) – обыкновенный елец	+	+
<i>Phoxinus phoxinus</i> (L.) – обыкновенный голянь	+	–
<i>Rutilus rutilus</i> (L.) – плотва	+	+
Сем. Balitoridae – балиторовые		
<i>Barbatula barbatula</i> (L.) – усатый голец	+	–
Сем. Cobitidae – вьюновые		
<i>Cobitis taenia</i> L. – обыкновенная щиповка	+	–
Сем. Lotidae – налимовые		
<i>Lota lota</i> (L.) – налим	+	+
Сем. Percidae – окуневые		
<i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.) – ёрш	+	–
<i>Perca fluviatilis</i> L. – речной окунь	+	+
<i>Zander lucioperca</i> (L.) – судак	+	–
Сем. Cottidae – рогатковые		
<i>Cottus gobio</i> L. – обыкновенный подкаменщик	+	–
Число видов рыб	20	9

Разнообразие видов рыб в водоёме зависит от его размера, расположения и лимнологических характеристик. Так, рыбное население Сямозера представлено 20 видами (10 семейств). Короткий вегетационный период, низкие значения температуры воды и бедная кормовая база Тумасозера накладывают отпечаток на ихтиофауну. В этом озере обитают 9 видов рыб (5 семейств) (табл. 2). В обоих озёрах наиболее массовыми видами являются окунь *Perca fluviatilis*, плотва *Rutilus rutilus*, щука *Esox lucius*, ряпушка *Coregonus albula* и сиг, который представлен только одной формой – многотычинковой (рисунок). Сиг Сямозера характеризуется числом жаберных тычинок 47–56 (в среднем 52), Тумасозера – 48–60 (57) (Прав-

дин, 1954; Титова, 1973; Решетников и др., 1982; Стерлигова и др., 2002; Савосин и др., 2008).

Анализ многолетних данных о возрастном и размерном составе сига Сямозера показал, что в период 1956–1972 гг. его средняя длина составляла 23 см, масса – 150 г, модальными возрастными группами были особи 3+–4+. С 1973 г. и по настоящее время на фоне снижения численности сига наблюдается увеличение его средней длины до 27 см, массы – до 250 г (табл. 3). За все годы наблюдений максимальная длина сига составляла 35.8 см, масса – 462 г (возраст – 10+). Существенное снижение его численности обусловлено эвтрофированием водоёма, которое привело к за-



Число жаберных тычинок у сига *Coregonus lavaretus* Сязозера ($n = 90$ экз.) и Тумасозера ($n = 50$ экз.).

илению нерестилищ и низкой выживаемости икры – 10–12% (Стерлигова и др., 2002).

В Тумасозере средняя длина (АС) сигов составляет 30.7 (25–37) см, средняя масса – 345 (190–570) г; уловы были представлены особями в возрасте от 4+ до 8+. По темпу роста многотычинковый сиг Тумасозера опережает сига Сязозера (табл. 3).

Сиг Сязозера в массе созревает в возрасте 3+. Максимальная абсолютная плодовитость, отмеченная за все годы наблюдений, достигает 17 300 икринок при массе самки 460 г в возрасте 10+ (1978 г.), минимальная – 1300 икринок при массе 100 г и возрасте 2+ (1956 г.); относительная плодовитость варьирует в пределах от 13 до 35 икринок/г массы тела (Стерлигова и др., 2002). Сиг Тумасозера созревает в возрасте 5+. Максимальная абсолютная плодовитость составляет 14 700 икринок при массе 480 г и возрасте 7+, минимальная – 4850 икринок при массе 240 г и возрасте 5+. Относительная плодовитость варьирует от 20 до 30 шт./г.

Нерест сигов в обоих озёрах происходит с начала II декады октября и до конца месяца, при температуре воды 4–6°C. В обоих озёрах были пойманы особи с не выметанной икрой, то есть пропускающие нерест. Ряд авторов, изучавших сиговых рыб (Kennedy, 1953; Кошелев, 1978; Svardson, 1979), считают пропуск нереста обычным явлением, особенно для северных водоёмов, и связывают это с коротким сезоном откорма и роста рыб.

Сиги в исследуемых водоёмах существенно различались по типу питания. В Сязозере в составе пищи сига обнаружены как планктонные, так и донные беспозвоночные; до 3-летнего возраста он питается преимущественно планктоном (*Eudiaptomus*, *Cyclops*, *Alona*). С возрастом в его рационе начинают преобладать бентосные организмы, ведущее место из которых занимают личинки ручейников *Phriganea*, *Molanna*, *Arctopsyche*, подёнки *Ephemera*, водяные ослики *Asellus*, моллюски и икра рыб. Пища сига Тумасозера на 95% состоит из планктонных организмов (*Daphnia crista-*

Таблица 3. Линейный и весовой рост многотычинкового сига *Coregonus lavaretus* Сямозера и Тумасозера

Водоём, период исследований (число жабрных тычинок)	Возраст, лет								Число рыб, экз.
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	
	Длина (АС), см								
Сямозеро, 1954–1962 гг. (<i>sp. br.</i> 47–56)*	$\frac{16.0 \pm 0.02}{14.4-16.6}$	$\frac{19.2 \pm 0.01}{17.0-19.8}$	$\frac{22.0 \pm 0.01}{20.0-22.5}$	$\frac{24.2 \pm 0.08}{22.8-25.4}$	$\frac{27.8 \pm 0.03}{25.2-28.3}$	$\frac{30.1 \pm 0.07}{27.7-30.7}$	32.0	–	3660
Сямозеро, 2006–2008 гг. (<i>sp. br.</i> 47–56)**	–	21.0	$\frac{24.0 \pm 0.01}{23.5-25.0}$	$\frac{26.0 \pm 0.07}{25.0-27.7}$	$\frac{28.0 \pm 0.04}{27.2-28.9}$	$\frac{29.8 \pm 0.08}{28.6-31.0}$	32.4	33.9	90
Тумасозеро, 2007–2008 гг. (<i>sp. br.</i> 48–60)**	–	–	–	$\frac{27.2 \pm 0.05}{25.0-28.5}$	$\frac{30.0 \pm 0.06}{29.0-31.4}$	$\frac{31.1 \pm 0.08}{29.9-32.5}$	$\frac{33.6 \pm 0.06}{32.9-35.4}$	37.2	60
	Масса, г								
Сямозеро, 1954–1962 гг. (<i>sp. br.</i> 47–56)*	$\frac{49 \pm 0.03}{31-51}$	$\frac{81 \pm 0.08}{54-90}$	$\frac{125 \pm 0.09}{98-130}$	$\frac{190 \pm 0.16}{150-210}$	$\frac{250 \pm 0.95}{211-260}$	$\frac{320 \pm 1.08}{290-335}$	340	–	3600
Сямозеро, 2006–2008 гг. (<i>sp. br.</i> 47–56)**	–	113	$\frac{152 \pm 0.12}{136-168}$	$\frac{221 \pm 0.21}{186-248}$	$\frac{274 \pm 0.51}{251-310}$	$\frac{319 \pm 0.94}{290-371}$	422	–	90
Тумасозеро, 2007–2008 гг. (<i>sp. br.</i> 48–60)**	–	–	–	$\frac{241 \pm 0.30}{191-270}$	$\frac{316 \pm 0.61}{275-340}$	$\frac{368 \pm 0.78}{350-390}$	$\frac{451 \pm 0.87}{397-495}$	570	60

Примечание. * – Титова, 1973; ** – наши данные.

та, *Bosmina coregoni*, *B. obtusirostris*, *Eurycercus lamellatus*, *Mesocyclops* sp., *Eudiaptomus gracilis*, *Limnoscia frontosa*) и лишь изредка встречались остатки бентических организмов. Аналогичные различия в питании разных сигов наблюдаются в большинстве озёр Северо-Запада России, Финляндии, Швеции и Канады (Правдин, 1954; Jarvi, 1955; Nilsson, 1958; Kliewer, 1970; Решетников, 1980; Svardson G., 1998; и др.). Это согласуется с мнением Решетникова и Лукина (2006, с. 742), что “на северной границе ареала многотычинковые сиги, занимают в озёрах пелагиаль, переходят на смешанное питание с большей долей планктона в их пищевом спектре”. Фактически эти сиги занимают экологическую нишу ряпушки.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 07-04-00028, программы РАН “Биологическое разнообразие”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алимов А.Ф., Богуцкая Н.Г., Орлова М.И. и др. 2004. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: Т-во науч. изд. КМК, 436 с.
- Григорьев С.В., Грицевская Г.Л. 1959. Каталог озёр Карелии. М.–Л.: Изд-во Карел. фил. АН СССР, 240 с.
- Китаев С.П. 2007. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 395 с.
- Кошелев Б.В. 1978. Эколого-морфологические исследования гаметогенеза, половой цикличности и размножения рыб // Эколого-морфологические и эколого-физиологические исследования развития рыб. М.: Наука, С. 10–42.
- Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М.: Высш. шк., 352 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях. 1984. Л.: ГосНИОРХ, 19 с.
- Мина М.В. 1981. Задачи и методы изучения роста рыб в природных условиях // Современные проблемы ихтиологии. М.: Наука, С. 177–195.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А. 1976. Рост животных. М.: Наука, 291 с.
- Правдин И.Ф. 1954. Сиги водоемов Карело-Финской ССР. М.; Л.: АН СССР, 324 с.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 376 с.
- Решетников Ю.С. 1980. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 301 с.
- Решетников Ю.С. (ред.). 1998. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. М.: Наука, 220 с.
- Решетников Ю.С., Лукин А.А. 2006. Современное состояние разнообразия сиговых рыб Онежского озера и проблемы определения их видовой принадлежности // Вопр. ихтиологии. Т. 46. № 6. С. 732–746.
- Решетников Ю.С., Шатуновский М.И. 1997. Теоретические основы и практические аспекты мониторинга пресноводных экосистем // Мониторинг биоразнообразия. М.: ИПЭЭ, С. 26–32.
- Решетников Ю.С., Попова О.А., Стерлигова О.П. и др. 1982. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. М.: Наука, 248 с.
- Савосин Д.С., Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В. 2008. О выявлении многотычинкового сига *Coregonus lavaretus* (L.) в Тумасозере // Мат-лы Всерос. конф. “Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований”. Вологда: ВГПУ, С. 362–364.
- Современное состояние водных объектов Республики Карелия по результатам мониторинга. 1998. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 188 с.
- Стерлигова О.П., Павлов В.Н., Ильмаст Н.В. и др. 2002. Экосистема Сямозера (биологический режим и использование). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 120 с.
- Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Кучко Я.А. и др. 2009. Состояние экосистемы Тумасозера // VII междунар. научно-практ. конф. Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России. Пенза: РИО ПГСХА, С. 22–26.
- Титова В.Ф. 1973. Многотычинковый сиг Сямозера. Петрозаводск: Карелия, 87 с.
- Фрейндлинг В.А. 1959. Гидрологическая характеристика Сямозера (бассейн р. Шуи) // Тр. Сямозерск. компл. экспед. Т. 1. Петрозаводск: ПГУ, С. 5–73.
- Himberg K.-J.M. 1970. A systematic and zoogeographic study of some North European coregonids // Biology of coregonid fishes. Winnipeg: Univ. Manitoba Press, P. 219–250.
- Jarvi T.H. 1955. Uber eingefuhrte Maranenbestande in einigen Kleigewassern der Gegend von Rovaniemi in Nordfinnland // Ibid. V. 89. P. 1–74.
- Kennedy W.A. 1953. Growth, maturity, fecundity and mortality in the relatively unexploited whitefish, *Coregonus clupeaformis*, of Great Slave Lake // J. Fish. Res. Board Can. V. 10. № 7. P. 413–441.
- Kliewer E.V. 1970. Gillraker variation and diet in lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*, in Northern Manitoba // Biology of coregonid fishes. Winnipeg: Univ. Manitoba Press, P. 147–165.
- Kottelat M., Bogytzkaya N.G., Freyhof J. 2005. On the migratory Black Sea lamprey and the nomenclature of the ludoga, Peipsi and ripus whitefishes (Agnatha: Petromyzontidae: Teleostei: Coregonidae // Zoosystematica Rossica. V. 14. № 1. P. 181–186.
- Nilsson N.-A. 1958. On the food competition between two species of coregonids in a North-Swedish lake // Rept. Inst. Freshwater Res. Drottingholm. № 39. P. 146–161.
- Svardson G. 1979. Speciation of Scandinavian *Coregonus*. Rept. Inst. Freshwater Res. Drottingholm. № 57. 95 p.
- Svardson G. 1998. Postglacial dispersal and reticulate evolution of Nordic coregonids // Nord. J. Freshwater Res. № 74. P. 3–32.