

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОЗЁРНОГО
И РЕЧНОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»
(ФГБНУ «ГосНИОРХ»)

Международная научная конференция, посвященная 100-летию ГОСНИОРХ

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ВОДОЕМЫ РОССИИ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Санкт-Петербург

2014



ПРОМЫСЛОВЫЕ ЗАПАСЫ ЦИСТ АРТЕМИИ В ОЗЕРАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ГОДЫ С РАЗНОЙ ВОДНОСТЬЮ

Л.И. Литвиненко, А.И. Литвиненко, К.В. Куцанов

ФГУП «Госрыбцентр», Тюмень

g-r-c@mail.ru

На юге Западной Сибири и Зауралья имеется множество мелководных, гипергалинных водоемов, фауна которых представлена зачастую одним видом – жаброногим рачком артемией. Уникальность этого рачка состоит в его высокой адаптации к неблагоприятным факторам. В среде, где другие животные организмы уже не могут развиваться, артемия «процветает» в монокультуре.

Анализ мировой литературы, а также собственные данные показывают, что артемия в естественных водоемах встречается при солености от 30 до 360 г/л, нормально существует при солености от 70 до 250 г/л, максимально размножается и растет при солености 100-200 г/л, оптимум для цистообразования наблюдается при солености 150-250 г/л. Иными словами, если соленость в озере оптимальна, то и продуктивность будет максимальной.

Климатические особенности рассматриваемого региона связаны с преобладанием испаряемости над поступлением осадков в летнее время. Это приводит к тому, что соленость в озерах в течение вегетационного сезона увеличивается от весны к осени. Помимо сезонной цикличности солености отмечается межгодовая изменчивость водности.

Условия водности влияют как на количество артемиевых озер в регионе, так и на их площадь и соленость воды в озерах. В годы разной водности эти показатели могут значительно отличаться. Уровень воды в равнинных озерах Западной Сибири периодически испытывает сильные колебания. При понижении уровня воды озера мелеют, что сопровождается сокращением площади, часть мелких озер высыхает. При этом пресные озера становятся солоноватыми, солоноватые – соляными, соляные – из рапных переходят в самосадочные. При повышении уровня воды происходят обратные процессы. Наиболее неустойчив гидрологический режим малых озер, которые могут быть местом временного обитания артемии. В таких озерах рачки в отдельные годы погибают либо в связи с распреснением, либо в связи с высыханием, а популяции сохраняются в виде бентосных цист (например, оз. Таузаткуль в Челябинской области).

Таким образом, неустойчивость климата, его сезонные, годовые и многолетние флуктуации отражаются на продуктивности артемиевых озер. В связи с этим целью этой работы послужило определение продуктивности артемиевых озер в условиях разной водности. Среди задач исследования были:

- разработка методов выделения периодов водности в течение 1995-2012 гг. по динамике солёности воды в озерах;
- определение продуктивности и запасов цист в озерах в годы с разной водностью;
- прогноз продуктивности по каждому озеру и в целом по региону в зависимости от условий водности года.

Материал и методы исследований

Мониторинг промысловых запасов цист артемии проводился в период с 1995 по 2013 г. на озерах Омской, Тюменской, Курганской и Челябинской областей. В анализ включены только регулярно исследуемые водоемы.

Сбор и обработку проб проводили по общепринятым методикам (Киселев, 1956; Методические указания..., 2002). Отбор проб зоопланктона осуществляли планктонной сетью Апштейна (размер ячеи 140 мк) в объеме 50 л с 3-12 станций в зависимости от площади озера. При камеральной обработке рачков просчитывали в камере Богорова под бинокляром МБС-10, оборудованным окуляр-микрометром, разделяя по возрастным группам: цисты, науплиусы, ювенальные, предвзрослые, взрослые особи (самцы, самки с цистами и без цист). Численность цист просчитывали в 5-10 мл пробы в 2-3 повторностях с последующим пересчетом на весь объем пробы. Взрослых особей просчитывали в чашках Петри полностью во всей пробе. Среднюю массу предварительно очищенных и высушенных в термостате при температуре 35 °С до воздушно-сухого веса цист определяли взвешиванием на аналитических весах Ohaus E02140.

Отбор бентосных проб проводили при помощи дночерпателя с площадью захвата грунта 0,01м². Для отмывки пробы от грунта использовали мешок из капронового сита (размер ячеи 160 мк). При камеральной обработке объем пробы доводили до 200-500 мл (в зависимости от количества пробы). Численность цист подсчитывали в 2-10 мл в трех повторностях в камере Богорова под бинокляром МБС-10.

При определении промысловых запасов цист применялась методика, разработанная Госрыбцентром (Студеникина, 1999; Методические указания..., 2002; Литвиненко и др., 2009). Расчет проводился с использованием данных гидробиологической съемки в период летне-осенней генерации артемии по формуле:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4,$$

где W_1 – масса цист в яйцевых мешках самок; W_2 – масса свободноплавающих цист в толще «жилой» зоны; W_3 – масса цист в береговых выбросах на дату наблюдений, W_4 – масса бентосных цист.

Масса цист, находящихся в яйцевых мешках самок, определялась как:

$$W_1 = N_1 * R * V_1 * m,$$

где N_1 – численность самок, экз./м³;

R – число цист в яйцевом мешке самок, шт;

V_1 – объем «жилой» зоны рачка и цист в озере, м³;

$m = 10 * 10^{-12}$ – средняя масса цисты в тоннах сырой массы.

Сырая масса свободноплавающих цист в толще воды определялась по формуле:

$$W_2 = N_2 * V_1 * m,$$

где N_2 – численность цист в толще воды, шт./м³.

Масса цист в береговых выбросах определялась по формуле:

$$W_3 = V_2 * M,$$

где V_2 – объем берегового выброса (произведение длины, ширины и толщины выброса), м³;

M – масса цист в объеме 1 м³ (равна в среднем 900 кг).

Масса бентосных цист определялась по формуле:

$$W_4 = N_3 * S * m,$$

где N_3 – численность бентосных цист, шт./м²,

S – площадь озера, м².

Глубина озер незначительная, поэтому «жилая» зона рачков и цист принята нами для всей средней глубины озер.

Лимит вылова (Y) определялся по формуле:

$$Y = W * k,$$

где $k = 0,4$ или 40% изъятия для малых и средних озер (площадь до 10 км²); $k = 0,5$ или 50% - в крупных по площади озерах.

Пробы на полный химический анализ воды объемом 1 л с глубины 30 см отбирали параллельно с пробами зоопланктона. Гидрохимический анализ проводили по общепринятым методикам (Алекин и др., 1973; Руководство по химическому анализу..., 1977) в стационарной аккредитованной лаборатории (аттестат № РОСС RU 0001511311).

Статистическую обработку данных проводили по общепринятым методикам (Лакин, 1990). При анализе использовали среднюю величину (M), ошибку средней величины (m_x), величину коэффициента вариации (Cv), квадратичное или стандартное отклонение (σ).

Результаты исследований

Для определения водности года нами была разработана методика (Литвиненко и др., 2013), суть которой заключается в том, что за основу выделения водности были использованы показатели солёности воды. Для этого по каждому озеру были взяты соотношения солёности года к среднегодовым показателям: к средневодным были отнесены годы с солёностью: средняя $\pm 17\%$, к маловодным – меньше этого показателя, к многоводным – больше. В целом по всем озерам водность года рассчитывалась при использовании переводных коэффициентов для многоводных – 3, для средневодных – 2, для маловодных – 1. При итоговом соотношении $\geq 2,5$ год относили к многоводному, при $\leq 1,5$ – к маловодному, остальные – к средневодному (табл. 1).

Таблица 1. Многолетняя динамика среднесезонной солености воды озер (в г/дм³) с выделением мало-, средне- и многоводных лет

Название озера	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	1995-2013
Ульжай	54	49	63			143	109	89	92	105	77		72	100	105	91	136	235	226	109
Эбейты	210	144	250				288	193	154	172	141	169	125	159	229	263	247	396	344	218
Б.Медвежье	110	145	143	225	185	225	198	167	165	195	184	200	182	197	254	293	293	290	207	203
М.Медвежье	109	145	143	225	186	235	198	175	156	194	181	207	173	198	261	304	321	315	204	212
Невидим	75	90	135	159	128	126	101	68	66	79	75	95	101	130	147	185	175	148	117	116
Сорочье			199			192	112	68	83	102	93	124	118	142	213	279	319	371	244	177
Актобан			162		180	171	89	60	57	152	114	175	170		417	450	193	250	85	182
Филатово			73		120	160	152	66	50		59	76		116	119	175	167	128	66	109
Сульфатное	161	147	146	203	171	130	96	61					83		236				148	144
Б. Курейное		81	102	116	126	148	127	55	45	65	60	65	59	74	85	102	126	103	85	90
Требушинное	47	68	84	96		101	94	50	38	49	53	58	64	66	89	130	125	101	73	77
Собачье		180	215			231	157	77					80		158	241	169	134	109	159
Гашково			119	154	119	107	78	53							102	134	137	155	156	120
Сетово			74		73	67	58	37									152			77
Н-Георгиевск.	77				74	100	100	65	68	95	83	81	69	100	112	176	165	167	107	102
Соленое 18	83	66	112	158		99	97	88			94	97	91	130	138	202	155	168	107	115
Сиверга	64	54			64	115	64	45				70	54	80	83	102	90	87	74	75
Сол. Кулат			159	116	178	99	85	66	54	62	77	74	80	98	125	145	173	230	178	118
Таузаткуль						41	49	30						130	257	313	271	264	167	169
n	9	11	16	9	12	18	19	19	12	11	13	13	15	14	18	17	18	17	18	15
Водность года	2,67	2,64	2,13	1,33	1,83	1,72	2,11	2,89	2,92	2,64	2,69	2,54	2,67	2,29	1,61	1,18	0,94	1,18	1,89	2

Примечание:

89	многоводный год
152	маловодный год
96	средневодный год

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о маловодности 1998, 2010-2012 гг. и многоводности 1995-1996 и 2002-2007 гг., что соответствует имеющимся в литературе сведениям водности рассматриваемой территории (Веснина, 2002; Агафонов, 2010; Доклад..., 2013 и др.).

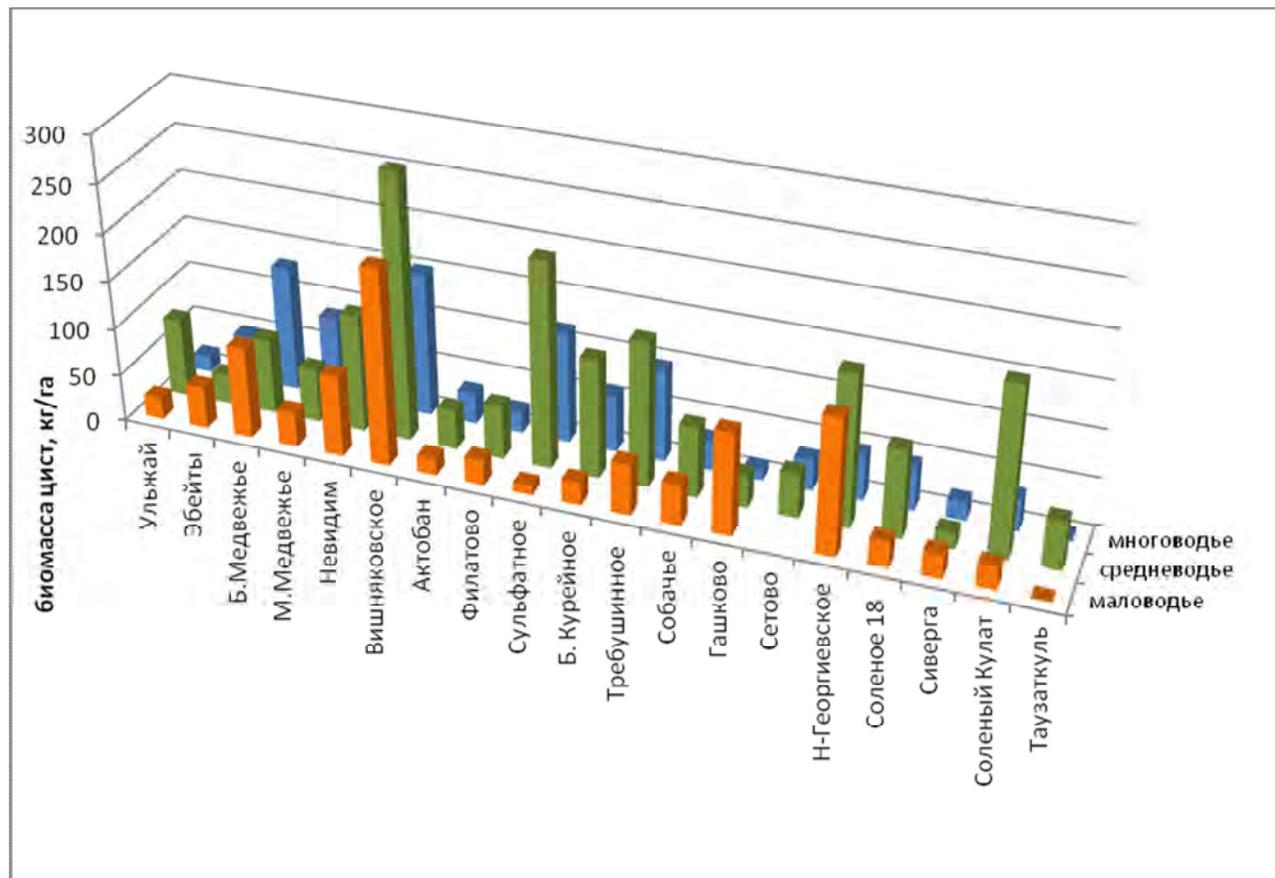
Запасы цист в 19 промысловых озерах в разные годы колебались в пределах 0-1284 т. Промысловые озера первой категории с запасами цист более 100 т - это Большое Медвежье (в разные годы запасы – 97-1284 т), Малое Медвежье (40-428 т), Эбейты (24-478 т), Сиверга (0-297 т).

Из табл. 2 видно, что наблюдаются значительные колебания продуктивности в разные годы в отдельно взятых озерах, что, вероятно, связано с разными факторами, важнейшим из которых является различная водность. Для некоторых озер эти различия достоверно установлены.

Таблица 2. Многолетняя динамика запасов цист артемии в озерах (в тоннах сырой массы) на фоне выделенных мало-, средне- и многоводных лет

Название озер	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	1995-2013
Ульжай						48	161	22	19,3	11,7	0,1	17,6	16,6	10	12	10	40	10	124	35,9
Эбейты	340	320	24				232	453	476	427	360	360	336	348	366	450	409	255	87	327,7
Б.Медвежье	412	490	253		197	342	337	1284	676	237	224	418	277	97	246	263	359	485	624	401,2
М.Медвежье	83	164	84		40	69	67	428	225	79	75	140	56	40	107	113	45	40	289	119,1
Невидим		99	47	101		86	246	189	23	125	21	3	5	29	58	79	50	15,8	64	73,0
Сорочье			80			97	39	11	54	101	13	1	7	80	43	71	52	4,5	4,8	43,9
Актобан			84			19	67	87	8,4	17	13	3	3		0	0	48	0	21,2	26,5
Филатово			17			97	61	38	31		10	31			7	6	72	21	17,8	34,1
Сульфатное	11					46	9	12,3									1	0	9,8	12,7
Б. Курейное		36	43		60	60	24	13	10	37	10	26	22	92	6,8	13	22	0,7	37,1	30,2
Требушинное						40	134	111	21	3	4	0,4	40		3	16	30	3,4	10,7	32,0
Собачье							5,8	1,3									1,8		0,4	2,3
Гашково						12,1	4,5	3,8								81	25	6,5	18,5	21,6
Сетово						0,1	8,8	3,1												4,0
Н-Георгиевское							47	10	6	0,4	0,3	34	2		5	4,7	49	25,2	36,4	18,3
Соленое 18	6,7		18,6	5,6		2,1	0,2	6,6				0,6	0,4	0,1	12,9	0,3	1,4	1,4	9,6	4,8
Сиверга	0	0				0,1	0	7,8				223	166	158	93	135	113	294	297	114,4
Соленый Кулат						1,86	17,2	0,7	8,7	0,9	0,05	0,1	0,1	23	1,5	0,1	2,3	1,3	2,6	4,3
Таузаткуль						14,3	15,1	25,4	0	0	0	0	0	99,8	182	0	0	0	12,6	24,9

Суммарные же по всем 18 промысловым озерам (общей площадью 256 км²) запасы цист в разные по водности годы менялись незначительно: в многоводье – 1403, средневодье – 1337, маловодье – 1126 т. Это объясняется как различной соленостью озер, так и тесной связью между продуктивностью артемии и соленостью воды. Установлено, что соленость в пределах 140-180 г/л наиболее благоприятна для продукции цист в озерах. В разные по водности годы продуктивные озера становятся слабопродуктивными, а непродуктивные переходят в разряд продуктивных, что в конечном итоге приводит к относительному постоянству запасов цист в рамках региона.



Продуктивность артемиевых озер в условиях разной водности

Удельная продуктивность в пересчете на единицу площади в рассматриваемых озерах была в пределах 0–278 кг/га в сырой массе и в среднем составила $70,75 \pm 7,95$, CV = 84%, n = 56.

Средние показатели продуктивности водоемов в разные по водности годы представлены на рисунке. Из рисунка видно, что продуктивность озер зависит от водности года и может различаться в десятки и даже сотни раз. Наличие представленных данных позволяет с некоторой долей вероятности предсказать продуктивность этих озер в условиях разной водности.

Выводы

1. Разработанный метод определения водности по солености воды позволил выделить маловодные периоды: 1998 и 2010-2012 и многоводные: 1995-1996 и 2002-2007.
2. Продуктивность озер зависит от водности года и может различаться в десятки и даже сотни раз.
3. Суммарные запасы цист в озерах в целом по региону меняются незначительно и в среднем для маловодного года составляют 1126, средневодного – 1337, многоводного – 1403 т.

Литература

- Агафонов Л.И.* Сток нижней Оби и его изменения в XX столетии // Изв. РАН. Сер. геогр. -2010. - № 4. - С. 68-76.
- Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А.* Руководство по химическому анализу вод суши. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. - 271 с.
- Веснина Л.В.* Зоопланктон озерных экосистем равнины Алтайского края. – Новосибирск: Наука, 2002. – 158 с.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2012 год. – М., 2013. – 86 с.
- Киселев И.А.* Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. - М.–Л., 1956. – Т. IV. - Ч. I. - С. 183-265.
- Лакин Г.Ф.* Биометрия. Учеб. пособие для биол. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1990. - 352 с.
- Литвиненко Л.И., Литвиненко А.И., Бойко Е.Г.* Артемия в озерах Западной Сибири. -Новосибирск: Наука, 2009. - 304 с.
- Литвиненко Л.И., Коваленко А.И., Куцанов К.В.* Разработка метода выделения периодов водности по динамике солености в гипергалинных озерах Урала и Западной Сибири // IV Междунар. конф. «Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов». – Тюмень, 2013.
- Методические указания по определению общих допустимых уловов (ОДУ) цист жаброногого рачка *Artemia*. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2002. – 23 с.
- Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши (под ред. А.Д. Семенова). – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
- Студеникина Т.Л.* Биологическое обоснование правил заготовки биокормов водного происхождения // Водоемы Алтайского края. - Новосибирск: Наука, 1999. – С. 127-134.

COMMERCIAL STOCKS OF ARTEMIA CYSTS IN THE LAKES OF WEST SIBERIA IN YEARS WITH DIFFERENT WATER AVAILABILITY

L.I. Litvinenko, A.I. Litvinenko, C.V. Kuzanov

FSUE "Gosrybcentr", Tyumen, g-r-c@mail.ru

Research of Artemia cysts stocks conducted during 1995-2013 years in 18 Artemia lakes of the southern part of Western Siberia. The method of the distinction the water availability by the salinity has allowed to allocate the low-water periods: 1998 and 2010-2012 and high water: 1995-1996 and 2002-2007. Productivity of lakes was within 0-278 kg/ha of cysts in wet weight (average 70.75 ± 7.95 , CV=84%, n=56). It is shown that the productivity of lakes depends on water availability and may vary in tens and even hundreds. The summary on 18 analyzed lakes (with total area of 256 km²) cysts stocks in different water years have changed slightly: in high water periods - 1403 tons, medium water - 1337 tons, low-water - 1126 tons.