

Изменчивость *Arctodiaptomus (Rhabdodiaptomus) salinus* (Daday) (Copepoda, Calanoida) из водоемов зоны влияния Семипалатинского испытательного полигона

Крупа Е.Г.

Институт зоологии, Алматы, Казахстан

Фенотипическая изменчивость беспозвоночных животных, в частности планктонных ракообразных, изучена явно недостаточно. Вместе с тем данные биометрического анализа можно использовать не только для оценки изменения функциональной структуры популяций под влиянием природных эволюционных сил, но и для выявления действия на них антропогенных факторов (Черепанов, 1986). Последние, как известно, приводят к обеднению состава генотипов популяций, что, в свою очередь, должно отражаться на корреляционных связях признаков.

Нами исследована изменчивость эвригалинного рачка *Arctodiaptomus (Rhabdodiaptomus) salinus* (Daday) (Copepoda, Calanoida) из двух водоемов зоны влияния Семипалатинского испытательного полигона (СИП) – водохранилища Шаган и Атомного озера. Атомное озеро было образовано в результате ядерного взрыва в 1965 г. в месте слияния рек Шаган и Ащи-Су. Выброшенный из воронки грунт перекрыл русло реки Шаган, в результате чего образовалось водохранилище Шаган. Наполнение воронки произошло за счет паводковых вод реки Шаган через построенный для этой цели канал (Березин и др., 2001, Школьник, 2003).

По результатам радиационного обследования, содержание долгоживущего радионуклида Cs^{137} в воде водохранилища Шаган находилось на уровне значительно ниже установленных ПДК (Смагулов, Дмитриев, 2005). Атомное озеро характеризовалось высоким уровнем радиационного фона (Арьемьев и др., 2001, Смагулов, Дмитриев, 2005).

По данным гидрохимического анализа, в зависимости от уровня режима, минерализация воды водохранилища Шаган за последнее десятилетие изменялась от 7.0 г/дм³ до 41.0 г/дм³ (Стуге, Крупа, Матмуратов, 2001, Стуге, Матмуратов, 1997). В период наших исследований 2002 г. суммарная концентрация растворенных солей в воде водохранилища составляла 35.9 г/дм³, в Атомном озере – 12.9 г/дм³.

Численность арктодиаптомуса в водохранилище Шаган в 1995-2001 гг. находилась в пределах 36.9-169.3 тыс. экз./м³ (Стуге, 2000, 2007, Стуге, Крупа, Матмуратов, 2001). Летом 2002 г. плотность его популяции в водохранилище достигала в среднем 35.5 тыс. экз./м³. В Атомном озере рачок был более многочисленным – 97.0 тыс. экз./м³.

Материал и методы

Пробы зоопланктона отбирали в конце июня - начале июля 2002 г. планктонной сетью Джели при температуре воды в исследованных водоемах 22.0-24.0°C. Частично использованы материалы сборов 2000 г. Взрослых особей арктодиаптомуса обоего пола отсортировывали под биноклем МБС-6. Промеры проводили под микроскопом "Studag-E". Известны схемы биометрических измерений для циклопов (Kozminski, 1936), дафний (Филипченко, 1920) и амфипод (Черепанов, 1986). Разработанная нами схема измерений для диаптомид включает 22 признака для самок и 26 – для самцов. При биометрическом анализе учитывали признаки, характеризующие опорно-двигательную систему организма, а также приспособления, связанные с добычей пищи, передвижением, размножением, что в конечном итоге характеризует экологический тип приспособления к среде и способы ее использования (рис. 1-2).

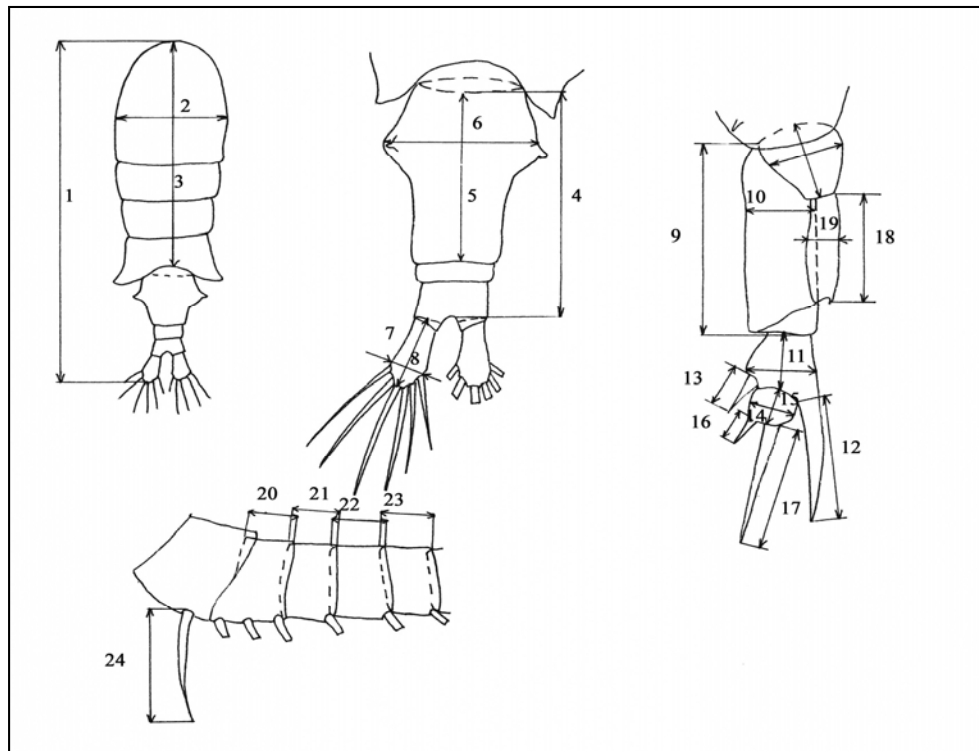


Рисунок 1. Схема промеров самок *Arctodiaptomus salinus*

1 - Длина тела (L), 2 - Ширина тела (W), 3 - Длина цефалоторакса (L_{ct}), 4 - Длина абдомена (L_{abd}), 5 - Длина генитального сегмента (L_{gsm}), 6 - Ширина генитального сегмента (W_{gsm}), 7 - Длина фурки (L_f), 8 - Ширина фурки (W_f). **Экзоподит 5-й пары ног.** 9 - Длина 1-го членика (L_{exp1}), 10 - Ширина 1-го членика (W_{exp1}), 11 - Ширина 2-го членика (W_{exp2}), 12 - Длина отростка 2-го членика (L_{d2}), 13 - Длина шипа 2-го членика (L_{sp2}), 14 - Длина 3-го членика (L_{exp3}), 15 - Ширина 3-го членика (W_{exp3}), 16 - Длина наружного шипа 3-го членика ($L_{ex.sp}$), 17 - Длина внутреннего шипа 3-го членика ($L_{in.sp}$). **Эндоподит 5-й пары ног.** 18 - Длина эндоподита (L_{enp}), 19 - Ширина эндоподита (W_{enp}). **Антеннула.** 20-23 - длины 2-5 члеников антеннулы (L_{a2-5}), 24 - Длина щетинки 1-го членика ($L_{st.a}$).

У обоих полов измеряли длину (L_b) и ширину тела (W_b), длину цефалоторакса (L_{ct}), абдомена (L_{abd}), длину и ширину генитального сегмента (L_{gsm} , W_{gsm}) и фуркальных ветвей (L_f , W_f). У самок измеряли длину щетинки 1-го членика антенны (L_d), а также длины 2-5 члеников (L_{a2} - L_{a5}) антенны; длину и ширину 1-3 члеников экзоподита 5-й пары ног (L_{exp1-3} , W_{exp1-3}), длину шипов (L_{sp}) и отростка (L_{d2}) на этих члениках, длину (L_{enp}) и ширину эндоподита (W_{enp}) 5-й пары ног.

У самцов измеряли длину отростка 3-го членика геникулирующей антеннулы (L_d), длины 2 и 3 члеников (L_{a2} - L_{a3}) антеннулы; длину (L_{exp1} , L_{exp2}) и ширину (W_{exp1} , W_{exp2}) 1-го и 2-го члеников экзоподита правой ноги 5-й пары, длину экзоподита второго членика с отростком (L_{exp2-1}), расстояние от начала 2-го членика экзоподита до места прикрепления наружного бокового шипа (L_c), длину самого шипа (L_{sp}), длину (L_{enp}) и ширину (W_{enp}) эндоподита 5-й пары ног; длину (L_{exp1-2}) и ширину (W_{exp1-2}) 1-го и 2-го члеников экзоподита и эндоподита (L_{enp} , W_{enp}) левой ноги 5-й пары.

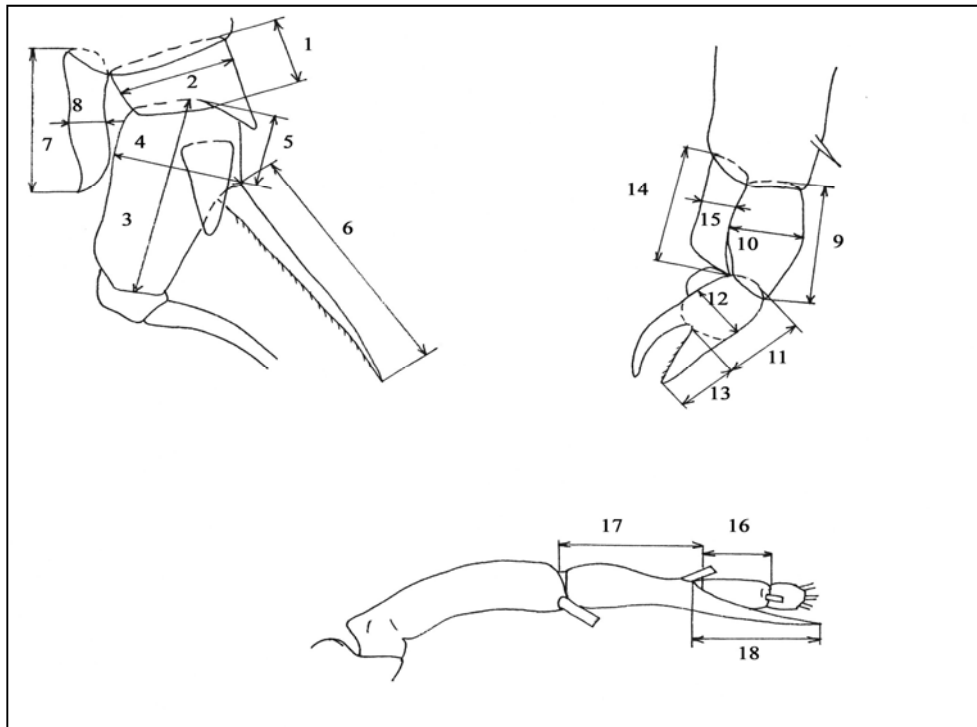


Рисунок 2. Схема промеров самцов *Arctodiaptomus salinus*

Правая нога 5-ой пары. Экзоподит. 1 - Длина 1-го членика (L_{exp1}), 2 - Ширина 1-го членика (W_{exp1}), 3 - Длина 2-го членика, 4 - Ширина 2-го членика (W_{exp2}), 5 - Расстояние от начала членика до места прикрепления наружного бокового шипа (L_c), 6 - Длина наружного бокового шипа (L_{sp}). **Эндоподит.** 7 - Длина (L_{enp}), 8 - Ширина (W_{enp}). **Левая нога 5-ой пары. Экзоподит.** 9 - Длина 1-го членика (L_{exp1}), 10 - Ширина 1-го членика (W_{exp1}), 11 - Длина 2-го членика без отростка (L_{exp2}), 12 - Ширина 2-го членика (W_{exp2}), 13 - Длина 2-го членика с отростком ($L_{exp,d2}$). **Эндоподит.** 14 - Длина (L_{enp}), 15 - Ширина (W_{enp}). **Геникулирующая антеннула.** 16 - Длина 2-го (от конца) членика (L_{a2}), 17 - Длина 3-го членика (L_{a3}), 18 - Длина отростка 3-го членика (L_{ad3}).

Объем выборки составил по 30 экземпляров обоего пола. На основании полученных абсолютных величин получен ряд соотношений (индексов), что позволило снизить погрешности измерений и размерную разницу особей. Данные обработаны статистически с нахождением средних величин, среднего квадратического отклонения, коэффициента вариации с соответствующими ошибками (Лакин, 1990). Рассчитаны средние коэффициенты вариации по всем признакам для самок и самцов (Черепанов, 1986).

Результаты

Морфологический облик особей обоего пола из исследованных водоемов в целом соответствовал описанному в литературе (табл. 1-3).

Средняя длина тела самок из водохранилища Шаган в 2002 г. была равна 1701.2 мкм (табл. 1), при разнице между минимальным и максимальным значением 675 мкм (1375-2050 мкм). По материалам 2000 г., самки при средней длине 1660 мкм, имели еще больший размах колебаний этого признака – от 1300 до 2200 мкм, т. е. разница в размерах половозрелых самок достигала 900 мкм.

Таблица 1
Основные статистические величины, характеризующие изменчивость самок
***Arctodiaptomus salinus* из водохранилища Шаган, 2002 г.**

Индексы	X	σ	CV	m_x	m_{cv}	m_σ
L_b	1701.2	183.1	10.8	34.0	1.42	24.03
$L_b:W_b$	328.0	23.3	7.1	4.6	0.95	3.25
$L_{cf}:L$	72.3	4.6	6.3	0.9	0.84	0.64
$L_{cf}:W$	236.6	15.9	6.7	3.1	0.90	2.19
$L_{abd}:L_b$	18.5	1.7	9.1	0.3	1.19	0.21
$L_{gsm}:L_{abd}$	75.2	9.0	12.0	1.77	1.63	1.25
$L_{gsm}:W_{gsm}$	131.4	15.9	12.1	3.18	1.68	2.25
$L_f:L_b$	7.2	0.46	6.4	0.09	0.84	0.064
$L_f:W_f$	219.4	17.9	8.2	3.65	1.06	2.58
Нога P5						
$L_{exp1}:L_b$	5.6	0.44	7.8	0.083	1.02	0.059
$L_{exp1}:W_{exp1}$	205.4	18.1	8.8	3.48	1.15	2.46
$L_{exp2}:L_b$	1.5	0.24	15.5	0.045	2.07	0.032
$L_{sp2}:L_{exp2}$	76.6	8.6	11.2	1.62	1.47	1.15
$L_{exp2}:W_{exp2}$	54.5	13.9	25.5	2.67	3.35	1.89
$L_{d.exp}:L_{exp2}$	305.3	41.6	13.6	8.16	1.82	5.77
$L_{exp3}:L_b$	0.7	0.1	14.3	0.019	1.95	0.013
$L_{exp3}:W_{exp3}$	118.2	16.3	13.8	3.27	1.84	2.31
$L_{ex.sp}:L_{exp3}$	123.6	18.1	14.6	3.55	2.02	2.51
$L_{in.sp}:L_{exp3}$	362.4	46.9	12.9	9.03	1.72	6.38
$L_{enp}:L_b$	2.8	0.21	7.5	0.04	1.0	0.028
$L_{enp}:W_{enp}$	300.8	41.9	13.9	7.92	1.82	5.60
Антеннула						
$L_{st.a}:L_b$	6.7	0.68	10.1	0.13	1.43	0.09
$L_{st.a}:L_a2$	245.0	30.2	12.3	5.7	1.61	4.03
$L_{st.a}:L_a3$	341.5	36.6	10.7	6.92	1.40	4.89
$L_{st.a}:L_a4$	343.0	27.8	8.1	5.26	1.06	3.72
$L_{st.a}:L_a5$	318.5	30.4	9.5	5.85	1.25	4.14

Примечание. В этой и последующих таблицах: X – средняя арифметическая, σ – среднее квадратическое отклонение, CV – коэффициент вариации, m_x , m_{cv} , m_σ – соответствующие ошибки

Самки арктодиаптомуса из Атомного озера имели меньшие размеры, чем особи из водохранилища Шаган. Длина рачков в среднем достигала 1345 мкм, при крайних значениях от 1200 до 1575 мкм. Длина тела самок в среднем в 3.3-3.4 раза больше ширины, а цефалоторакс, составляющий 72.3-74.9% длины тела, больше максимальной ширины в 2.4-2.6 раза. Генитальный сегмент слабо расширен в проксимальной части, со следами разделения на два членика. Его длина в среднем в 1.2-1.3 раза больше ширины. Длина фурки в 2.2 раза больше ширины, в среднем 7.1-7.2% длины тела.

Таблица 2
Основные статистические величины, характеризующие изменчивость самцов
Arctodiaptomus salinus из водохранилища Шаган, 2002 г.

Индексы	X	σ	CV	m_x	m_{cv}	m_σ
L_b	1516.8	127.7	8.4	23.7	1.08	16.8
$L_b:W_b$	368.6	25.8	7.0	4.8	0.90	3.39
$L_{cf}:L_b$	65.6	2.5	3.9	0.47	0.50	0.33
$L_{abd}:L_b$	22.2	1.4	6.1	0.28	0.86	0.20
$L_{gsm}:W_{gsm}$	46.8	7.5	15.9	1.49	1.20	1.11
$L_f:L_b$	7.3	0.37	5.2	0.07	0.71	0.049
$L_f:W_f$	236.0	20.8	8.8	4.09	1.20	2.89
Правая нога						
$L_{exp1}:L_b$	3.2	0.25	7.9	0.05	1.07	0.035
$L_{exp1}:W_{exp1}$	98.1	12.3	12.5	2.41	1.70	1.70
$L_{exp2}:L_b$	77.9	4.6	5.9	0.89	0.79	0.63
$L_{exp2}:W_{exp2}$	208.9	36.3	17.4	7.12	2.37	5.03
$L_a:L_{exp2}$	46.9	3.5	7.8	0.68	1.04	0.48
$L_{sp}:L_{exp2}$	98.5	8.7	8.9	1.75	1.23	1.24
$L_{sp}:L_b$	7.5	0.69	9.1	0.13	1.22	0.092
$L_{enp}:W_{enp}$	316.7	42.8	13.5	7.93	1.74	5.61
$L_{enp}:L_b$	3.8	0.41	10.7	0.08	1.38	0.057
Левая нога						
$L_{exp1}:W_{exp1}$	190.8	20.6	10.8	3.9	1.42	2.76
$L_{exp1}:L_b$	4.0	0.30	7.5	0.06	0.98	0.042
$L_{exp2}:W_{exp2}$	116.0	11.1	9.6	2.1	1.26	1.48
$L_{exp2}:L$	3.9	0.45	11.4	0.09	1.50	0.064
$L_{exp2-1}:L_b$	2.0	0.22	11.0	0.04	1.44	0.028
$L_{enp}:W_{enp}$	298.4	40.9	13.7	8.72	2.02	6.17
$L_{enp}:L_b$	3.5	0.35	10.1	0.075	1.49	0.053
Антеннула						
$L_d:L_{a2}$	153.4	13.9	9.1	2.65	1.22	1.87
$L_d:L_{a3}$	69.8	5.6	8.0	1.07	1.07	0.76
$L_d:L$	5.5	0.41	7.6	0.08	1.02	0.057

Экзоподит 1-го членика 5 пары ног прямоугольной формы, 5.6-5.7% длины тела. Его длина в 2.1-2.2 раза больше ширины. Второй членик экзоподита короче первого – 1.5-1.6% длины тела. Наружный шип экзоподита 66.5-76.6% длины самого членика. Членик широкий, вытянут в дорзальном направлении. Его внутренний отросток в 2.7-3.1 раза больше длины членика. Третий членик экзоподита очень маленький, почти квадратной формы. Наружный шип экзоподита 3-его членика немного больше длины самого членика, внутренний – в 3.6-3.8 раз длиннее, чем сам членик. Эндоподит удлинённый, его длина в 2.8-3.0 раза больше ширины. Одна самка из Атомного озера имела на дистальном конце эндоподита очень длинную щетинку (рис. 3), что не характерно для вида.

Из 26 исследованных индексов, характеризующих изменчивость самок, в водохранилище Шаган коэффициент вариации свыше 10 отмечен для 15 (57.7%), в Атомном озере – для 16 индексов (61.5 %). Средний коэффициент вариации по всем индексам в первом водоеме был равен 11.1, во втором – 12.4.

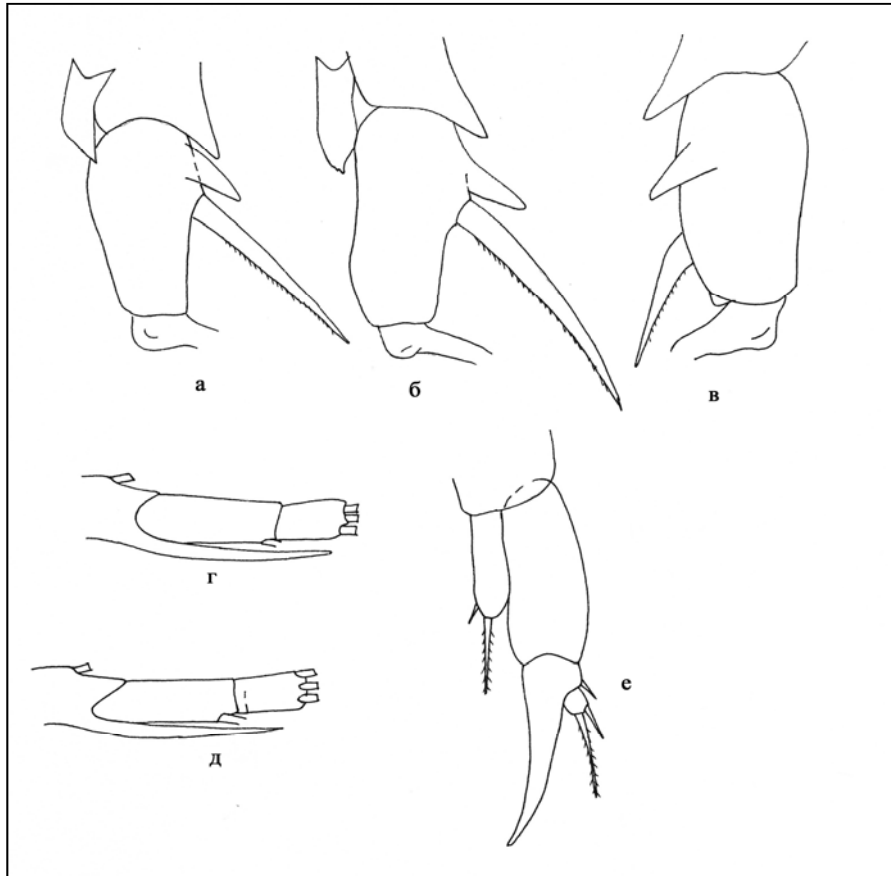


Рисунок 3. Особенности строения особей *Arctodiaptomus salinus* из водохранилища Шаган и Атомного озера.

Самец, водохранилище Шаган: а, б – типичное расположение наружного бокового шипа 5-й пары ног, в – дистальное расположение наружного бокового шипа 5-й пары ног, г-д – дистальные членики геникулирующей антеннулы.

Самка, Атомное озеро: е – 5-я пара ног, эндоподит с длинной щетинкой.

Самцы меньше самок. В водохранилище Шаган, при средней длине тела 1516.8 мкм, крайние размеры рачков изменялись от 1326 до 1801 мкм, т.е., размах колебаний достигал 475 мкм. В 2000 г. разница между максимальной и минимальной длиной самцов составила 650 мкм. Самцы из Атомного озера, также как и самки, меньше особей из водохранилища Шаган. Размах колебаний длины тела самцов составил 275 мкм.

Длина тела в 3.7 раз больше ширины. Цефалоторакс в среднем составлял 65.6-68.8 %, abdomen – 22.2-22.4% длины тела. Генитальный сегмент широкий, при соотношении длины и ширины 0.5-0.6. Длина и ширина фурки соотносились как 1:2.4-1:2.5. Первый членик экзоподита правой ноги 5-й пары почти квадратный, второй – удлиннен. Размеры этого членика сильно варьировали (CV= 17.4). При отношении длины к ширине в среднем 2.0-2.1, крайние значения изменялись от 1.7 до 3.7.

Таблица 3
Основные статистические величины, характеризующие изменчивость самок
Arctodiaptomus salinus из Атомного озера, 2002 г.

Индексы	X	σ	CV	m_x	m_{cv}	m_σ
L_b	1345.0	87.4	6.5	16.0	0.8	11.3
$L_b:W_b$	343.3	19.9	5.8	3.6	0.7	2.6
$L_{cf}:L$	74.9	3.3	4.4	0.6	0.6	0.4
$L_{cf}:W$	256.8	13.3	5.2	2.4	0.7	1.7
$L_{abd}:L_b$	17.6	1.2	6.7	0.2	0.9	0.2
$L_{gsm}:L_{abd}$	76.9	5.7	7.4	1.1	1.0	0.8
$L_{gsm}:W_{gsm}$	118.2	15.8	13.4	2.9	1.8	2.1
$L_f:L_b$	7.1	0.5	7.3	0.1	0.9	0.1
$L_f:W_f$	216.7	21.3	9.8	4.3	1.4	3.0
Нога P5						
$L_{exp1}:L_b$	5.7	0.5	8.1	0.08	1.1	0.1
$L_{exp1}:W_{exp1}$	223.9	18.9	8.4	4.2	1.3	3.0
$L_{exp2}:L_b$	1.6	0.2	13.4	0.01	2.2	0.04
$L_{sp2}:L_{exp2}$	66.5	11.2	16.8	2.7	2.9	1.5
$L_{exp2}:W_{exp2}$	82.7	8.7	10.5	2.1	1.8	1.9
$L_{d.exp}:L_{exp2}$	269.0	75.2	28.0	18.2	4.8	12.9
$L_{exp3}:L_b$	0.7	0.1	14.5	0.01	2.4	0.02
$L_{exp3}:W_{exp3}$	115.5	20.1	17.4	4.7	2.9	3.3
$L_{ex.sp}:L_{exp3}$	130.1	31.8	24.4	7.5	4.1	5.3
$L_{in.sp}:L_{exp3}$	380.9	72.2	19.0	17.0	3.2	12.0
$L_{enp}:L_b$	2.8	0.4	12.5	0.1	1.9	0.1
$L_{enp}:W_{enp}$	281.9	41.8	14.8	9.3	2.3	6.6
Антеннула						
$L_{st.a}:L_b$	6.6	0.7	11.4	0.1	1.6	0.1
$L_{st.a}:L_a2$	213.3	36.1	16.9	8.3	2.7	5.8
$L_{st.a}:L_a3$	301.4	51.1	17.0	12.0	2.8	8.5
$L_{st.a}:L_a4$	320.8	36.4	11.4	8.6	1.9	6.1
$L_{st.a}:L_a5$	291.7	31.1	10.7	7.3	1.8	5.2

Длина бокового наружного шипа, как правило, меньше длины несущего (2-го) членика, иногда (17.2% случаев) превышала или была равна ему. Длина бокового наружного шипа изменялась от 85 мкм до 133 мкм и зависела от длины самого членика (коэффициент корреляции $K=0.608$), в меньшей степени от размеров особи ($K=0.403$).

Первый членик экзоподита левой ноги 5-й пары удлиннен ($L:W=1.9$), слегка сужен в дистальной части, второй – с закругленными очертаниями, при длине, лишь немного превышающей ширину. Длина отростка 3-го членика геникулирующей антеннулы варьировала от 70 до 105 мкм у самцов из водохранилища и

от 62.5 до 85.0 мкм – у особей из Атомного озера. В среднем отросток в полтора раза больше длины 2-го членика, 66-70% длины несущего членика. Размеры отростка находились в прямой зависимости от длины несущего членика ($K=0.842$) и размеров особи ($K=0.558$).

Из 26 индексов, характеризующих изменчивость самцов в водохранилище Шаган, коэффициентом вариации больше 10 характеризовались 9 индексов (34.6%), в Атомном озере – 7 (26.9 %). Средняя изменчивость самцов по всем признакам была равна 9.5 в первом водоеме и 8.8 – во втором.

Таким образом, изучение изменчивости арктодиапомуса из водоемов зоны влияния СИП показало, что морфологический облик рачка не имеет отличий от описанного в литературе, за исключением единичных случаев – расположения бокового наружного шипа экзоподита 5-й пары ног самцов из водохранилища Шаган и наличия длинной щетинки на эндоподите 5-й пары ног самки из Атомного озера.

Средняя длина тела самок из водохранилища Шаган, при температуре воды 22.0-24.0°C и минерализации 35.9 г/дм³, достигала 1.7 мм, самцов – 1.5 мм. По данным Т. С. Стуге и С. А. Матмуратова (1997), осенью 1995 г., при температуре 13.0-16.8°C и минерализации 7.0-7.3 г/дм³, максимальные размеры особей обоего пола из водохранилища Шаган были меньше средних размеров рачка в период наших исследований – 1.53 мм и 1.25 мм, соответственно. В Атомном озере, при близких значениях температуры воды (23.0-24.0°C) и существенно более низкой, чем в водохранилище, минерализации (12.9 г/дм³), особи обоего пола имели меньшие, чем в водохранилище, размеры: самки – 1.52 мм, самцы – 1.35 мм.

Как известно, размеры тела веслоногих ракообразных зависят от температуры (Lescher-Moutoué, 1996), а рост прекращается по достижении ими половозрелости (Боруцкий и др., 1991). Температура воды в исследованных водоемах имела близкие значения, следовательно, этот фактор можно исключить. Очевидно, другим фактором, оказывающим влияние на размеры рачка в исследованных водоемах, является неоднородность химического состава воды. Изложенный материал позволяет предположить, что при большей концентрации растворенных в воде солей развиваются более крупные рачки. Подтверждением является анализ размерного состава популяции арктодиапомуса из оз. Балхаш, характеризующегося резко различающейся величиной минерализации воды между западной и восточной частями. Особи обоего пола в осолоненной части озера летом 1993 г., при температуре воды 21.0-25.5°C и минерализации от 1.4 до 6.8 г/дм³, имели более крупные размеры, по сравнению с рачками из опресненной части: 1.25 мм (самки) и 1.18 мм (самцы) на западе и 1.39 мм и 1.31 мм, соответственно, – на востоке (Стуге, 2002). В 2004 г., при снижении минерализации воды озера Балхаш до 0.80-4.92 г/дм³, размеры рачка стали меньше: самок – 1.17-1.18 мм, самцов – 1.08 мм. Разница в размерах особей из осолоненной и опресненной частей озера практически отсутствовала.

Возможно, химический состав воды оказывает лишь опосредованное влияние на линейные размеры рачка за счет улучшения пищевых условий при повышении минерализации и снижении пищевой конкуренции с другими, менее солелюбивыми видами.

Отмечена существенная разница между минимальными и максимальными размерами половозрелых особей арктодиапомуса из водохранилища Шаган – 475-900 мкм. Возможно, что в анализируемом материале присутствовали половозрелые рачки весенней генерации, выросшие при более низких температурах воды и имевшие более крупные размеры, и рачки летней генерации меньшей дли-

ны, развившиеся при более высоких температурах. Особи обоих полов из Атомного озера имели существенно меньший размах колебаний размеров тела – 275-375 мкм.

В исследованных водоемах самки более вариабельны по сравнению с самцами. По всем изученным признакам средняя изменчивость самок из водохранилища Шаган составила 11.1, из Атомного озера – 12.4; самцов – 9.5 и 8.8, соответственно. Наиболее вариабельны индексы, относящиеся к антеннуле и 5-й паре ног. Сравнение с литературными данными (Черепанов, 1986) показало, что изменчивость арктодиаптомуса из водоемов зоны влияния Семипалатинского испытательного полигона существенно выше средней изменчивости веслоногих ракообразных и близка к таковой дафниевых рачков, имеющих среди водных беспозвоночных наиболее высокую вариабельность признаков.

Заключение

Исследование изменчивости арктодиаптомуса из водоемов зоны влияния Семипалатинского испытательного полигона показало, что морфологический облик рачка в целом соответствовал описанному в литературе. Отмеченная существенная разница между максимальными и минимальными размерами половозрелых особей из водохранилища Шаган, возможно, связана с присутствием в анализируемой выборке рачков нескольких генераций, выросших при различной температуре воды. При схожих температурных условиях в исследуемых водоемах, более крупные размеры самок и самцов из водохранилища Шаган, по сравнению с особями из Атомного озера, могут быть обусловлены повышенной минерализацией воды в первом водоеме.

Самки более вариабельны, по сравнению с самцами. Средняя изменчивость самок из водохранилища составила 11,1, из Атомного озера – 12,4, самцов – 9,5 и 8,8, соответственно. Сравнение с литературными данными показало, что изменчивость арктодиаптомуса из водоемов зоны влияния Семипалатинского испытательного полигона существенно выше средней изменчивости веслоногих ракообразных и близка к таковой дафниевых рачков, имеющих среди водных беспозвоночных наиболее высокую вариабельность признаков.

Литература.

Артемьев О. Н., Ахметов М. А., Птицкая Л. Д. 2001 Радионуклидное загрязнение территории бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона. *Вестник НЯЦ РК, Радиоэкология, Охрана окружающей среды*, 3: 12–19.

Березин С. А., Гильманов Д. Г., Жотбаев Ж. Р., Кадыржанов К. К., Мукушева М. К., Такибаев Ж. С., Тохватулин Ш. Т., Даукеев С. Ж. 2001. Мирные ядерные взрывы на территории Казахстана. *Вестник НЯЦ, Радиоэкология, Охрана окружающей среды*, 3: 57–61

Боруцкий Е. В., Степанова Л. А., Кос М. С. 1991. Определитель Calanoida пресных вод СССР. *Санкт-Петербург, Наука: 1-504.*

Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. *М., Высшая школа: 1-352.*

Смагулов С. Г., Дмитриев Е. С. 2005. Ядерно-взрывной эксперимент «Чаган» – исторический памятник ядерной эпохи. *Семипалатинский ядерный полигон, Радиационное наследие и проблемы нераспространения, Мат-лы. 2-й Междунаучно-практической конференции, Курчатов, 1: 21–28.*

Стуге Т. С. 2000. Об осеннем зоопланктоне водоемов зоны влияния Семипалатинского испытательного полигона. *Вестник НЯЦ РК, Радиоэкология, Охрана окружающей среды*, 3: 73–77.

Стуге Т. С., Матмуратов С. А. 1997. Особенности состава и структуры сообщества планктонных ракообразных в водоемах зоны влияния Семипалатинского полигона. *Сб. работ Мин. экологии и биоресурсов, Алматы: 97–110.*

Стуге Т. С., Крупа Е. Г., Матмуратов С. А. 2001. Состояние сообщества планктонных ракообразных в водоемах зоны Семипалатинского полигона (лето 2000). *Вестник НЯЦ РК, Радиоэкология, Охрана окружающей среды, 3: 98–102.*

Стуге Т. С. 2007. Летний зоопланктон водоемов зоны Семипалатинского испытательного полигона по материалам 2001 г. *Tethys Aqua Zool. Res. (в печати).*

Стуге Т. С. 2002. Веслоногий рачок *Arctodiaptomus (Rhabdodiaptomus) salinus* (Daday) (Calanoida, Copepoda) в оз. Балхаш. *Известия НАН РК, серия биол. и мед., 2: 21–29.*

Филипченко Ю. А. 1920. Этюды по изменчивости. *Тр. Петергофского об-ва испытателей природы, 51 (1): 159–204.*

Черепанов В. В. 1986. Эволюционная изменчивость водных и наземных животных. *Новосибирск: 1–240.*

Школьник В. С. 2003. (ред.). Семипалатинский испытательный полигон. Создание, деятельность, конверсия. *Алматы: 1–344.*

Kozminski Z. 1936. Morphometrische und oekologische Untersuchungen an Cyclopiden der strennus Gruppe. *Int. Rev. ges. Hydrobiol. und Hydrogr., 33: 161–240.*

Lescher-Motoue F. 1996. Seasonal variations morphology of *Acanthocyclos robustus* (Copepoda, Cyclopoida). *J. of Plankton Res., 18 (6): 907–922.*

Summary

Krupa E.G. On the variability of *Arctodiaptomus (Rhabdodiaptomus) salinus* (Daday) (Copepoda, Calanioda) from Semipalatinsk Region waterbodies

Institute of Zoology, Almaty, Kazakhstan

The variability of *Arctodiaptomus (Rhabdodiaptomus) salinus* (Daday) (Copepoda, Calanioda) from Semipalatinsk Region waterbodies (Shagan Reservoir and Atomnoje Lake) was studied. *A. salinus* females from waterbodies investigated were more changed than males. The average females variability from Shagan Reservoir was 11.1, from Atomnoje Lake was 12.4. The average males variability was 9.5 and 8.8, accordingly. It was shown, that average variability of *A. salinus* from Semipalatinsk Region waterbodies is much more than those of Copepoda, and similar to average variability of *Daphnia*.

Разнообразие и биологические показатели рыб, обитающих в дельте р. Урал и прилегающей акватории Каспийского моря

Мамилов Н.Ш.¹, Кожабаяева Э.Б.², Кегенов Е.Б.³

¹Институт зоологии, ²Казахский национальный университет им. аль-Фараби,

³Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

e-mail: zoonadir@kaznu.kz

Рыбное население Каспийского моря представляет собой уникальный комплекс, который сложился в результате длительного исторического развития (Митрофанов, 1986). С точки зрения сохранения биологического разнообразия и продукционных возможностей этого водоема наибольшую ценность имеют экосистемы дельтовых участков рек Волга и Урал. Эти же участки испытывают сильное воздействие меняющихся природных факторов (повышающийся уровень моря и сгонно-нагонные явления) и человека. В отличие от р. Волги, зарегулированной каскадом водохранилищ, функционирование экосистемы дельты р. Урал во многом зависит от уровня годового стока реки, который может меняться в значительных пределах. Река является поставщиком не только биогенных элементов и ила, но и значительного количества различных загрязняющих веществ. Реальную угрозу нормальному функционированию всех экосистем региона представляет интенсификация добычи углеводородного сырья в мелководной зоне Северного Каспия. Еще одной существенной угрозой сохранению биологического разнообразия является браконьерство. Нижнее течение реки Урал, включая дельту и приустьевое пространство, является одним из ключевых участков, определяющих продукцию ихтиофауны всего региона. Поэтому изучение состояния различных видов рыб, обитающих здесь, имеет большое значение для сохранения всей экосистемы.

Ихтиофауна Каспийского моря, по разным оценкам, насчитывает от 100 до 123-126 видов и подвидов рыб и круглоротых. Большинство из них встречаются в водах Казахстанской части моря и прилегающих к бассейну реках (Урал, Эмба). Непосредственно в море и дельтах рек обитает не менее 76 видов и 47 подвидов относящихся к 17 семействам. Главенствующее положение в Каспийском бассейне занимают карповые рыбы - 42 вида и подвида, далее следуют бычковые - 32-35 и сельдевые рыбы - 18 видов и подвидов. Все другие семейства представлены не более чем 1-7 таксонами (Казанчеев, 1981; Касымов, 1987; Митрофанов и др., 2001).

Сведения об осетровых, обитающих в р.Урал и Северном Каспии, с достаточной полнотой обобщены Н.Е. Песериди (1986). Их современное состояние является объектом исследования многих специалистов (Переварюха, 1999; Сливка, Зыкова, 2000; Ходоревская, Красиков, 2000; Камелов, 2004; Сисенгалиева и др., 2004). Другим видам рыб, обитающим здесь же, уделяется гораздо меньше внимания. Результаты поиска опубликованных сведений о степени изученности ихтиофауны Северо-восточного Каспия к началу 21 века, проведенного В.П.Митрофановым и др. (2001), показали, что из 83 известных для региона видов нет сведений в течение длительного времени о 22 видах. В Красную Книгу Казахстана внесено 5 видов, однако сведения об их современном состоянии отсутствуют. Из 43 эндемичных видов них нет сведений о 15. Интервентов (вселенцев, иммигрантов, экзотических видов и т.д.) насчитывается 11 видов, однако о 6 из них сведений нет.

Из обзора имеющихся литературных данных (Иванов, 2000; Митрофанов и др., 2001) следует, что сохранение биологического разнообразия в условиях меняющегося уровня моря, интенсификации промысла, расширения работ нефтегазового комплекса на шельфе казахстанской части Северного Каспия требует объективности и полноты научных мониторинговых исследований в этом регионе. Анализ современного состояния отдельных компонентов водных экосистем Северного Каспия выявил снижение многих биологических показателей, патологические изменения, а в 2000 г. и массовую гибель тюленей, водоплавающих птиц, рыбы, планктонных и бентосных организмов (Кобегенова, 2004).

В связи с этим задачей проведенного исследования являлся анализ современного разнообразия и состояния рыбного населения дельты р.Урал и прилегающей акватории Каспийского моря с целью выяснить соответствие критериям Рамсарской конвенции о водно-болотных угодьях мирового значения.

Материал и методика

Отлов рыб осуществлялся в сентябре-октябре 2004 г. Для отлова рыб использовали стандартный набор ставных сетей с ячеей 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 мм, вентерь с ячеей 5 мм. Кроме того, для анализа были использованы частичковые рыбы из промысловых неводных уловов на тоневои участке «Нижняя Дамба». Особенностью осенних сборов рыб являлись резкие перепады температур, что приводило к снижению двигательной активности рыб. Существенное влияние на результаты проведенных исследований мог оказать массовый промысел рыбы в дельте р.Урал и прилегающей части моря – везде отмечались многочисленные рыбацкие сети, ежедневно наблюдалось массовое движение моторных лодок в дельтовой части р.Урал.

Причем нами неоднократно были замечены запрещенные к применению так называемые «лесочные» сети, по-видимому, брошенные – сети были набиты протухшей рыбой (примерно на 90% состоящей из жереха).

Обследованные участки по особенностям абиотических и биотических условий можно отнести к четырем группам (биотопам):

1. собственно русло реки – характеризуется низкой прозрачностью воды, относительно большой скоростью течения, донный грунт представлен глинистым илом, местами с добавлением ракушечника или песка, высшая водная растительность крайне скудна или отсутствует (тоневои участок «Нижняя Дамба», Приморский канал);
2. отдельные рукава, протоки в собственно дельте – прозрачность несколько выше, чем в основном русле; дно илистое или песчано-илистое, высшая водная растительность хорошо развита и представлена тростником, рдестами и др. (рукава Приморского канала);
3. приустьевая часть моря вблизи берега – прозрачность воды немного выше, чем в реке; грунт – серый, местами черный, ил, иногда с ракушечником; высшая водная растительность хорошо развита и представлена тростником и плавающими растениями (прибрежные участки к западу и востоку от дельты - в Нурмухановском и Пешневском култуках);
4. открытые участки моря – в отсутствие волн прозрачность воды позволяет видеть до дна; грунт – серый или черный ил, местами с запахом сероводорода, высшая водная растительность представлена рдестами или отсутствует (к западу и востоку от устья).

Для интегральной экспертной оценки, позволяющей по состоянию организмов оценивать состояние среды обитания, использовали методики учета флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков (коэффициент асимметрии – КА) по Захарову и др. (2000), морфопатологического анализа (Чеботарева и др.,

1999) и определения индекса неблагополучного состояния (ИНС) по Решетникову и др. (1999).

Названия рыб приведены в соответствии со “Словарем...” (Митрофанов и др, 2003). Морфобиологический анализ рыб проводили по схеме, предложенной И.Ф. Правдиным (1966). Статистическую обработку данных проводили согласно руководству Г.Ф. Лакина (1990), используя компьютерную программу Excel.

Результаты и обсуждение

Всего были отловлены и исследованы рыбы 18 видов: шип *Acipenser nudiiventris*, каспийская обыкновенная килька (тюлька) *Clupeonella delicatula caspia*, щука *Esox lucius*, лещ *Abramis brama orientalis*, белоглазка *Abramis sapa sapa*, синец *Abramis ballerus*, густера *Blicca bjoerkna*, вобла *Rutilus rutilus caspicus*, карась *Carassius auratus gibelio*, сазан *Cyprinus carpio carpio*, чехонь *Pelecus cultratus*, жерех *Aspius aspius aspius*, каспийская шемая *Chalcalburnus chalcoides chalcoides*, язь *Leuciscus idus idus*, сом *Silurus glanis*, окунь *Perca fluviatilis*, судак *Stizostedion lucioperca*, каспийский бычок-песочник *Neogobius fluviatilis pallasi*. Все отловленные виды рыб являются аборигенными, чужеродных видов не обнаружено.

Видовой состав и количество отловленных рыб представлены в таблице 1.

Таблица 1

Видовой состав и относительная численность(в %) рыб, отловленных на различных участках дельты реки Урал и прилегающей акватории Каспийского моря

	Основное русло	Протока	Приустьевая часть моря	Море	Всего
Шип <i>Acipenser nudiiventris</i>	0	0	0	2,9	0,4
Килька <i>Clupeonella delicatula</i>	6,9	0	0	0	2,0
Щука <i>Esox lucius</i>	0	8,2	0	2,9	2,0
Лещ <i>Abramis brama</i>	37,5	18,4	53,5	41,2	40,6
Белоглазка <i>Abramis sapa</i>	9,7	0	12,1	0	7,5
Синец <i>Abramis ballerus</i>	9,7	0	16,2	0	9,1
Густера <i>Blicca bjoerkna</i>	1,4	0	1,0	0	0,8
Плотва <i>Rutilus rutilus</i>	11,1	14,3	1,0	5,9	7,1
Сазан <i>Cyprinus carpio</i>	0	0	0	5,9	0,8
Карась <i>Carassius auratus</i>	2,8	14,3	2,0	26,5	7,9
Жерех <i>Aspius aspius</i>	0	6,1	0	0	1,2
Язь <i>Leuciscus idus</i>	0	2,0	0	0	0,4
Чехонь <i>Pelecus cultratus</i>	5,6	0	10,1	0	5,5
Шемая <i>Chalcalburnus chalcoides</i>	6,9	0	0	0	2,0
Сом <i>Silurus glanis</i>	2,8	12,2	0	0	3,1
Окунь <i>Perca fluviatilis</i>	1,4	20,4	0	14,7	6,3
Судак <i>Stizostedion lucioperca</i>	2,8	4,1	4,0	0	3,1
Бычок-песочник <i>Neogobius fluviatilis</i>	1,4	0	0	0	0,4

Наибольшее видовое разнообразие отмечено в русле реки (13 из 18 обнаруженных видов), наименьшее – в открытой части моря (7 видов). Кроме того, в неводных уловах на тоневои участке «Нижняя Дамба» и сетных уловах промышленных в приустьевой части моря рыбаков нами были определены русский осетр *Acipenser guldenstadti* и севрюга *Acipenser stellatus*. Молодь осетровых рыб в наших уловах не представлена.

Наиболее многочисленным и представленным во всех биотопах видом является лещ. Шип, килька, жерех, язь, шемая, сазан и каспийский бычок-песочник отмечены только в отдельных биотопах.

Из исследованных видов рыб сом и бычок-песочник ведут более или менее оседлый образ жизни, все остальные виды могут совершать большие сезонные и даже суточные перемещения, меняя как станции, так и общее положение (например, уходя далеко вверх по реке или, напротив, в открытое море). Поэтому для всех видов мы будем приводить общую характеристику, не разделяя выборки по местам отлова (таблицы 2, 3).

Таблица 2
Морфобиологические показатели рыб из дельты р.Урал и прилегающей акватории Северного Каспия

Вид	L, mm		l, mm		Q, g		q, g	
	min-max	M± m	min-max	M± m	min-max	M± m	min-max	M± m
Килька	89-120	109±6,7	67-96	85±6,2	5,2-6,7	5,9±0,37	4,8-6,4	5,5±0,35
Щука	730-900	796±47,2	650-790	702±38,4	1800-3700	2620±504,0	1700-3500	2460±512
Лещ	22-470	278±97,6	70-390	224±78,5	5-950	323,2±228	4-850	273,6±194
Белоглазка	198-260	233±11,6	163-210	187±12,2	60-120	104,4±7,5	54,9-114,0	97,1±7,00
Синец	160-250	225±12,0	140-200	182±9,7	43-110	83,7±13,80	39-102	76,1±12,40
Густера	134-172	153±19,0	104-138	121±17,0	24,7-62,0	43,4±18,65	21,8-53,6	37,7±15,89
Вобла	100-350	205±49,5	85-230	164±37,2	14-490	131,3±84,8	11,7-312	98,3±56,14
Жерех	580-710	618±36,8	490-610	526±35,2	1800-3800	2600±680,0	1600-3200	2260±592,0
Сазан	630-640	635±5,0	530	530±0,0	2600-3000	2800±200,0	2000-2400	2200±200,0
Карась	280-440	358±25,1	240-370	295±20,5	400-1500	809±170,8	300-1200	669±140,9
Язь		340		290		500		405
Чехонь	240-340	300±16,1	230-300	261±15,3	122-223	150,9±33,4	112-213	139,6±30,4
Шемая	120-138	126±5,0	94-110	100±3,9	11,5-18,5	14,1±1,78	9,6-15,5	11,8±1,51
Сом	470-750	603±76,1	440-690	561±73,0	600-2500	1419±443,8	500-2200	1225±412,5
Окунь	135-380	247±58,3	110-330	212±51,8	28-800	259,6±182	25,7-700	224,8±161
Судак	390-610	534±70,9	330-530	464±64,8	350-1600	1219±371,8	300-1550	1131±365,6
Бычок-песочник		134		111		30,34		26,75

Примечание: для обозначения признаков использованы символы L – общая длина рыбы в мм; l – длина без хвостового плавника в мм; Q – полная масса тела, г; q – масса тела без внутренностей

Таблица 3
Коэффициенты упитанности рыб из дельты р.Урал и прилегающей акватории Северного Каспия

Вид	Fulton		Clark	
	min-max	M± m	min-max	M± m
Килька	0,76-1,70	1,04±0,24	0,73-1,61	0,92±0,21
Щука	0,63-0,82	0,74±0,054	0,59-0,79	0,70±0,053
Лещ	1,19-4,39	2,16±0,534	0,85-3,81	1,85±0,492
Белоглазка	1,30-2,14	1,62±0,262	1,21-1,99	1,51±0,241
Синец	1,06-1,60	1,37±0,115	0,99-1,46	1,25±0,114
Густера	2,20-2,36	2,28±0,081	1,94-2,04	1,99±0,051
Вобла	1,64-4,73	2,28±0,336	1,39-3,01	1,81±0,249
Жерех	1,53-2,34	1,76±0,232	1,34-2,11	1,53±0,231
Сазан	1,75-2,02	1,88±0,134	1,34-1,61	1,48±0,134
Карась	2,56-4,02	3,08±0,304	2,17-3,18	2,55±0,256
Язь		2,05		1,66
Чехонь	0,50-1,24	0,86±0,177	0,46-1,09	0,79±0,159
Шемая	1,30-1,49	1,39±0,044	1,08-1,23	1,16±0,033
Сом	0,63-0,93	0,77±0,082	0,50-0,82	0,67±0,095
Окунь	1,54-2,52	2,03±0,208	0,96-2,35	1,77±0,219
Судак	0,97-1,55	1,16±0,130	0,83-1,29	1,06±0,101
Бычок-песочник		2,22		1,96

Примечание: для обозначения признаков использованы следующие обозначения: Fulton, Clark – коэффициенты упитанности соответственно по Фултоу и по Кларк.

Шип. Был отловлен и выпущен всего один экземпляр шипа: общая длина тела 136 см, длина тела без длины хвостового плавника - 119 см, масса более 10 кг; наружный осмотр не выявил каких-либо патологических отклонений.

Килька (тюлька). Выборка представлена половозрелыми особями. Показатели упитанности выше известных (Дукравец, 1986а), что свидетельствует о достаточной кормовой базе. Внешних аномалий не обнаружено. Значения показателя флуктуирующей асимметрии (КА) очень высокие (0,47), что указывает на крайне нестабильные условия среды обитания. Отмечено изменение цвета полостного жира. Значения индивидуального индекса неблагополучного состояния (ИНС) низкие: от 0 до 2.

Щука. Выборка представлена взрослыми особями. Морфобиологические показатели не выходят за известные для этого вида пределы (Дукравец, 1986б), однако средние показатели упитанности низкие. Значения КА невелики – от 0 до 0,19. Отмечены патологические изменения в печени и почках. ИНС составил 0-3, что говорит об относительно благополучных условиях существования.

Лещ. В выборке присутствуют как половозрелые, так и ювенильные (неполовозрелые) особи. Неполовозрелые рыбы встречаются в дельтовых рукавах и в прибрежной камышовой зоне прилегающей к дельте части моря. Средние показатели упитанности хорошие, что свидетельствует о достаточной обеспеченности пищей. Однако по индивидуальной упитанности рыбы сильно различаются между собой; отмеченные в осенней выборке максимальные и минимальные значения также сильно отличаются от ранее приведенных (Баимбетов и др, 1988).

Сравнение выборок из разных биотопов не выявило какой-либо закономерности в распределении по показателям упитанности. Значения КА варьируют у взрослых рыб от 0,13 до 0,30, что соответствует стабильным условиям развития. Значения КА у ювенильных особей выше: 0,33-0,36, что указывает на нестабильность условий развития, проявившуюся в последние годы. У ряда особей (около 70% от общего числа исследованных) были отмечены искривление или изменение формы жаберных тычинок, неравномерно или мозаично окрашенная печень, мозговидные гонады у самцов, «чернопятнистая» болезнь, искривление боковой линии. У одной особи на лучах брюшных плавников имелись узловидные утолщения, прерывистая боковая линия, значительное разрастание соединительной ткани в проксимальном отделе пищеварительного тракта, кровоизлияния в миомерах, круглые черви в полости тела. Около 20% выборки не имели никаких патологических отклонений. В целом индивидуальный ИНС большинства особей оказался невысок: 0-6.

Белоглазка. Выборка представлена половозрелыми особями. Морфологические признаки соответствуют имеющимся литературным сведениям (Мельников, 1988а). Значение КА сильно варьирует (от 0,21 до 0,75), что указывает на нарушение условий развития на локальных участках. Отмеченные патологии: булавовидные жаберные тычинки, желчь темно-зеленого цвета, кровоизлияния в мышцах. Значения ИНС небольшие – от 0 до 3.

Синец. Выборка представлена половозрелыми особями. Морфобиологические показатели не выходят за известные для этого вида пределы (Мельников, 1988б). Значение КА сильно варьирует (от 0,21 до 0,50), что указывает на нарушение условий развития на локальных участках. Отмечены анемия жаберных лепестков, неравномерно окрашенная печень, желчь темно-зеленого цвета, кровоизлияния в мышцах. Значения ИНС составили от 0 до 3.

Густера. Выборка представлена половозрелыми особями. Морфобиологические показатели не выходят за известные для этого вида пределы (Митрофанов, 1988) и позволяют предположить, что отловленные нами особи относятся к типичной (не карликовой) форме. Высокое значение КА (0,5) указывает на нарушение гомеостаза развития. Патологические изменения отмечены в печени. Индивидуальный ИНС изменяется от 0 до 3.

Вобла. Выборка представлена половозрелыми и ювенильными особями. Морфобиологические показатели не выходят за известные для этого вида пределы (Дукравец, 1987). Средние показатели упитанности высокие, а у одной особи значительно превышают ранее известные максимальные значения. Значения КА сильно варьируют – от 0,25 до 0,75, что указывает на неоднородность среды в местах воспроизводства. Вероятно, существуют локальные группировки, попадающие под воздействие неблагоприятных факторов среды. Отмеченные патологии: разрастание эпителия вокруг глаз, чернопятнистая болезнь, укороченные и утолщенные жаберные тычинки, мозаично окрашенная печень, изменение цвета полостного жира, отечность и/или включения в почках. Индивидуальные значения ИНС невысоки – от 0 до 4.

Жерех. Выборка представлена половозрелыми особями. Морфобиологические показатели не выходят за известные для этого вида пределы (Башунова, Митрофанов, 1987). Упитанность высокая. Значения КА низкие (0,17-0,25). Все изученные особи погибли в сетях, что не позволило провести морфопатологический анализ. Низкая численность жереха в наших уловах может объясняться тем, что к моменту исследований большая часть особей уже совершила осеннюю миграцию в реку. Как указывалось выше, во время исследований дельтовой части неоднократно встречались брошенные сети, заполненные протухшим жерехом, что говорит о его достаточно высокой численности.

Сазан. Выборка представлена половозрелыми особями. Отловленные экземпляры характеризуются средними для этого вида показателями (Митрофанов, Дукравец, 1988). Значения КА и ИНС низкие – соответственно 0,13 и 2.

Серебряный карась. Выборка представлена крупными половозрелыми особями. Морфобиологические показатели не выходят за известные для этого вида пределы (Горюнова, 1988). Показатели упитанности хорошие. Значения КА большинства особей невысокие – от 0,17 до 0,25, но есть особи, испытавшие значительную нестабильность во время формирования билатеральных признаков - у них значения КА достигают 0,5. Отмечено патологическое изменение окраски полостного жира и печени, но в целом значения ИНС невысокие (0-3).

Чехонь. Выборка представлена половозрелыми и ювенильными особями. Морфобиологические показатели не выходят за известные для этого вида пределы (Дукравец, 1988а). Упитанность невысокая. Значения КА сильно варьируют – от 0,10 до 0,67, что указывает на неблагоприятные условия в отдельных участках воспроизводства. Отмеченные патологии: «чернопятнистая болезнь», искривление и нарушение рядности жаберных тычинок, цирроз печени, кровоизлияния в мышцах, деформация (гипертрофия) грудных позвонков, мощные соединительнотканые разрастания пищеварительного тракта. ИНС меняется от 4 до 8, что также указывает на то, что отдельные особи подвергаются неблагоприятному воздействию среды обитания.

Язь. Был пойман 1 экземпляр с характерными для вида показателями (Сидорова, 1987). Показатели упитанности ниже средних значений, приводимых для других водоемов Казахстана. Значения КА невысокое (0,25), патологических отклонений не обнаружено.

Шемая. Выборка представлена половозрелыми и ювенильными особями. Каспийская шемая в казахстанской части ее ареала не изучена (Дукравец, 1988б), поэтому приведенные в таблице 2 сведения представляют большой интерес. Значения КА у большинства рыб высокие – от 0,44 до 0,75, хотя встречаются и симметричные экземпляры (КА<0,30). Это указывает на то, что большая часть популяции воспроизводится в нестабильных условиях. Отмечены следующие патологические изменения: разрыв и нестыковка ряда прободенных чешуй (боковой линии), неравномерно окрашенная печень, увеличенные кровеносные сосуды в печени, изменение цвета полостного жира, фестончатые молоки. ИНС колебался от 2 до 6.

Сом. Выборка представлена половозрелыми и ювенильными особями. Морфобиологические показатели не выходят за известные для этого вида пределы (Дукравец, Лысенко, 1989). КА изменяется от 0,17 до 0,44. Наблюдались следующие патологические изменения: анемичное кольцо на жабрах, изменение цвета печени, паразиты на покровах, жабрах и в полости тела. ИНС варьирует от 3 до 6.

Окунь. Выборка представлена половозрелыми и ювенильными особями. Биологические показатели не выходят за известные для данного вида пределы изменчивости (Дукравец, 1989а). Средние показатели упитанности высокие. Значения КА низкие – от 0,23 до 0,30. Отмеченные патологии: искривление колючих лучей в первом спинном плавнике и изменение цвета печени, мозаичная окраска печени, отечные почки, но в целом значения ИНС невысокие – от 0 до 4.

Судак. Выборка представлена половозрелыми и ювенильными особями. Морфобиологические показатели не выходят за известные для данного вида пределы изменчивости (Дукравец, 1989б). Значения КА низкие – от 0,25 до 0,31. Отмечены следующие патологические изменения: искривление колючих лучей в первом спинном плавнике, анемичные жабры, неравномерно окрашенная печень, включения в почках, паразиты в полости тела, но в целом значения ИНС невысокие – от 1 до 5.

Бычок-песочник. Сведения о морфобиологических показателях этого вида крайне ограничены. Нами была отловлена одна самка. Морфологические показатели соответствуют приведенному В.П. Митрофановым (1989) обобщенному описанию. КА очень высокий – 0,75. Отмечены патологии: нарушение рядности чешуй, искривление боковой линии, наличие большого числа паразитов в полости тела и кишечнике. ИНС равен 4.

Таким образом, результаты проведенного исследования показали, что в дельте р. Урал и прилегающей части Каспийского моря рыбы находят достаточное количество пищи, для многих из них среда обитания оказывается достаточно благоприятной для воспроизведения и нагула. В то же время повышение значений КА у некоторой части особей и патологические изменения систем детоксикации (печени, жабр и почек) многих рыб указывают на антропогенное нарушение среды обитания.

В выборках чехони, шемаи, сома, судака состояние всех рыб указывает наличие токсического фактора в окружающей среде. В выборках тюльки, шуки, леща, белоглазки, синца, воблы, карася, окуня присутствуют как совершенно здоровые особи, так и особи с высоким уровнем патологий. Имеющиеся данные не выявили связи уровня патологических отклонений с местами отлова или возрастом особей. Это может быть объяснено осенними миграциями, во время которых происходит смешение туводных и полупроходных рыб, нагуливавшихся в разных частях дельты и Северного Каспия. Вероятно, существуют локальные очаги сильного загрязнения, существование в которых приводит к значительным патологическим изменениям. Этим определяется необходимость проведения постоянного мониторинга состояния рыбного населения дельты р. Урал. Особое внимание при этом следует обратить на состояние молоди рыб.

Проведенное исследование нижнего участка р. Урал, дельты и прилегающей акватории моря показало, что данное водно-болотное угодье соответствует Рамсарским критериям определения водно-болотных угодий международного значения, основанным на рыбе, так как:

«(а) оно поддерживает существование значительной части местных подвигов рыбы, циклов развития и взаимодействия видов и/или популяций;

(б) оно является важным источником пищи для рыбы, рыбопитомником и миграционным путем, от которого зависят стада рыбы как внутри водно-болотного угодья, так и вне его».

Выводы

1. Наибольшую опасность разнообразию рыбного населения дельты р. Урал в настоящее время представляет чрезмерный и неконтролируемый промысел рыбы.

2. Другой серьезной угрозой является антропогенное загрязнение вод и водосборного бассейна.

3. Данное водно-болотное угодье соответствует критериям Рамсарской конвенции о водно-болотных угодьях международного значения.

Работа выполнена при поддержке Глобального экологического фонда (GEF) КАЗ/00/G37 «Комплексное сохранение приоритетных глобально значимых водно-болотных угодий как мест обитания мигрирующих птиц: демонстрация на трех территориях»

Литература

- Баимбетов А.А., Мельников В.А., Митрофанов В.П. 1988.** *Abramis brama orientalis* Berg – лещ восточный. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 3: 130-159.*
- Башунова Н.Н., Митрофанов В.П. 1987.** *Aspius aspius* (Linne) – жерех. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 2: 160-173.*
- Горюнова А.И. 1988.** *Carassius auratus* (Linne) - серебряный карась. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 3: 212-231.*
- Дукравец Г.М. 1986а.** *Clupeonella delicatula* (Nordmann) – обыкновенная тюлька. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 1: 164-168.*
- Дукравец Г.М. 1986б.** *Esox lucius* Linne – щука. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 1: 219-241.*
- Дукравец Г.М. 1987.** *Rutilus rutilus caspicus* (Jakowlew) – вобла, северокаспийская (астраханская) вобла. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 2: 50-70.*
- Дукравец Г.М. 1988а.** *Pelecus cultratus* (Linne) – чехонь. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 3: 181-191.*
- Дукравец Г.М. 1988б.** *Chalcalburnus chalcoides chalcoides* (Guldenstadt) – каспийская шемая. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 3: 106-107.*
- Дукравец Г.М. 1989а.** *Perca fluviatilis* Linne – обыкновенный, или речной, окунь. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 4: 127-157.*
- Дукравец Г.М. 1989б.** *Stizostedion lucioperca* (Linne) – обыкновенный судак. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 4: 203-265.*
- Дукравец Г.М., Лысенко Н.Ф. 1989.** *Silurus glanis* Linnae – обыкновенный сом. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 4: 70-92.*
- Захаров В.М. и др. 2000.** Здоровье среды: методика оценки. М., Центр экологической политики России: 1-68.
- Иванов В.П. 2000.** Биологические ресурсы Каспийского моря. Астрахань, 1-96
- Казанчиев Е.Н. 1981.** Рыбы Каспийского моря. М., Пищевая промышленность: 1-168.
- Камелов А.К. 2004.** Современное состояние и перспективы использования запасов русского осетра Урало-Каспийского бассейна. *Перспективы устойчивого развития экосистем Прикаспийского региона, Мат-лы Междун. научно-практ. конф. Алматы, КазНУ им. аль-Фараби: 43-45.*
- Касымов А.Г. 1987.** Животный мир Каспийского моря. Баку: 1-232.
- Кобегенова С.С. 2004.** Проблемы сохранения биологического разнообразия Каспийского моря. *Перспективы устойчивого развития экосистем Прикаспийского региона, Мат-лы Междун. научно-практ. конф. Алматы, КазНУ им. аль-Фараби: 86-88.*
- Лакин Г.Ф. 1990.** Биометрия. М. Высшая школа: 1-352.
- Мельников В.А. 1988а.** *Abramis sapa* (Pallas) – белоглазка. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 3: 159-171.*
- Мельников В.А. 1988б.** *Abramis ballerus* (Linne) - синец. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 3: 172-176.*
- Митрофанов В.П. 1986.** Формирование современной ихтиофауны Казахстана и ихтиогеографическое районирование. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 1: 20-40.*
- Митрофанов В.П. 1988.** *Blicca bjorkkna* (Linne) – густера. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 3: 123-127.*
- Митрофанов В.П. 1989.** *Neogobius fluviatilis* (Pallas) – бычок-песочник. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 4: 278-279.*
- Митрофанов В.П., Дукравец Г.М. 1988.** *Cyprinus carpio* Linne – сазан. *Рыбы Казахстана, Алма-Ата, Наука, 3: 231-239.*
- Митрофанов В.П., Митрофанов И.В., Гаврилов Э.И., Нестерова С.Г., Шарапова Л.И., Мельников В.А., Минсаринова Б.К. 2001.** Казахстанский план действий по охране мест обитания Каспийского моря. Казахстан: Каспийская экологическая программа: 1-78.

Митрофанов И.В., Баймбетов А.А., Мур М.Дж. 2003. Словарь названий рыб Казахстана. Алматы, *Tethys*: 1-51.

Переварюха Ю.Н. 1999. О распределении рас и популяций осетровых рыб в Каспийском море. Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИИР за 1998 г. Астрахань: 156-161.

Песериди Н.Е. 1986. Отряд *Acipenseriformes* – Осетрообразные. Рыбы Казахстана, *Алма-Ата, Наука*: 57-161.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность: 1-316.

Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.-А., Сталдвик Ф. 1999. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфологического анализа рыб. *Успехи современной биологии*, 119 (2) 165-177.

Сидорова А.Ф. 1987. *Leuciscus idus idus* (L.) – язь обыкновенный. Рыбы Казахстана *Алма-Ата, Наука*: 103-118.

Сисенгалиева Г.Ж., Бокова Е.Б., Кобегенова С.С., Утеулиев Т.А. 2004. Сохранение естественного воспроизводства осетровых как условие устойчивого использования ценных видов рыб в Урало-Каспийском бассейне. *Перспективы устойчивого развития экосистем Прикаспийского региона, Мат-лы Междун. научно-практической конф. Алматы: КазНУ им. аль-Фараби*: 100-102.

Сливка А.П., Зыкова Г.Ф. 2000. Качественная структура, динамика численности, распределение и состояние запасов осетровых в Каспийском море в 1999 г. *Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Отчет НИИР за 1999 г., Астрахань*: 154-160.

Ходоревская Р.П., Красиков Е.В. 2000. Численность и распределение белуги в Каспийском море. *Вопр. ихтиол.* 42 (1) 56-63.

Чеботарева Ю.В., Савоскул С.П., Пичугин М.Ю., Савванитова К.А., Максимов С.В. 1999. Характеристика аномалий в строении внешних и внутренних органов у рыб. *Разнообразие рыб Таймыра, М., Наука*: 142-146.

Summary

Mamilov N.Sh., Kozhabaeva E.B., Keghenov E.B. Diversity and the biological indices of the fishes living in the delta of the Ural River and adjoining parts of the Caspian Sea

*Institute of Zoology, al-Farabi Kazakh National University,
Kazakh National Agricultural University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: zoonadir@kaznu.kz*

The delta and adjoining parts of the Caspian Sea remain the relevant place of fattening and migratory way of Caspian indigenous species of fishes. The fishery and water pollution are representing the major dangers to conservation of a diversity of the fish population. The information about diversity and conditions of 18 indigenous species of fishes is presented.