



ISSN 1818-8575

1/2011

ВЕСЦІ БДУ



Серыя 3

ФІЗІКА

МАТЭМАТЫКА

ІНФАРМАТЫКА

БІЯЛОГІЯ

ГЕАГРАФІЯ

УДК 595.3

А.В. Алехнович, кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории гидробиологии
НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам;
В.М. Байчоров, доктор биологических наук,
зав. сектором кадастра и учета животного мира
НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам;
В.Ф. Кулеш, кандидат биологических наук,
доцент кафедры общей биологии БГПУ

МОНИТОРИНГ ПОПУЛЯЦИИ ШИРОКОПАЛОГО РАКА *ASTACUS* *ASTACUS* (L .) В ОЗЕРЕ КАРАВАЙНО, БЕЛАРУСЬ

Введение. Широкопалый рак *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758) классифицируется как уязвимый вид в Международной красной книге (IUCN, 1996) в разделе «требует тщательного внимания». Широкопалый рак включен в список охраняемых Бернской конвенцией (дополнение III) и Директивой по биотопам Европейского Сообщества (дополнение V) [18]. Во многих странах Европы в национальных Красных книгах этот вид имеет статус «угрожаемый» и законодательными постановлениями предписывается его охранять и проводить мероприятия по увеличению численности природных популяций [13].

В Беларуси два вида аборигенных раков – длиннопалый *A. leptodactylus* и широкопалый *A. astacus*. Длиннопалый рак достаточно широко распространен и в разрешенный период лова с 15 июля по 15 октября активно промышляется.

Промысел широкопалого рака в Беларуси запрещен, поскольку данный вид был внесен в первое (1981 г.), второе (1993 г.) и третье (2004 г.) издания Красной книги Республики Беларусь. Он имеет III (VU) категорию охраны. В рамках государственной программы «Развитие национальной системы мониторинга окружающей среды» организованы наблюдения за популяциями широкопалого рака в пунктах постоянного наблюдения. Для этой цели были выбраны два озера: Каравайно и Боровенок, где с 2006 г. начаты систематические исследования состояния популяций этого вида.

В статье изложены результаты наблюдения за наиболее многочисленной популяцией широкопалого рака из озера Каравайно – одном из пунктов постоянного наблюдения.

Материал и методика исследований. Отлов раков проводился пассивными орудиями лова – раколовками двух типов. Первый тип (I тип) представлял собой два вентера, соединенные между собой вставкой из сети длиной 5,5 м. Размер ячеи – 20 мм, ловушки не имели приманки. Двигаясь по дну, раки наталкиваются на вставку из дели и, продвигаясь вдоль нее, попадают в один из двух вентеров. Второй тип (II тип) был устроен в виде цилиндра размером 60 см с двумя боковыми входами и требовал наличия приманки. Форму раколовки II в период установки поддерживала пружина из проволоки, выполненной из нержавеющей стали. В качестве приманки в раколовках второго типа использовалась свежая рыба.

У раков принято измерять либо длину карапакса (CL), либо общую длину тела (TL). Для возможного перевода данных из одних измерений в другие приведем уравнения зависимости этих параметров [23] для самцов *A. astacus*:

$$TL = 6,654 + 1,835 CL \quad (N=127, R^2 = 0,94) \quad (1)$$

и для самок:

$$TL = 8,937 + 1,729 CL \quad (N=92, R^2 = 0,97) \quad (2)$$

Общая длина тела практически равна удвоенной длине карапакса [24]:

$$TL = CL / 0,52 \quad (3)$$

Раков измеряли от острия рострума до конца тельсона. Изменчивость длины оценивали, используя стандартное отклонение (s.d.). Количество эмбрионов у самок в период, предшествующий выходу личинок из яиц, определялось путем прямого подсчета.

Работы на озере Каравайно проводились 30 июня – 1 июля 2006 г., 21–25 мая 2007 г. и 8–12 октября 2008 г.

Характеристика озера Каравайно. Эвтрофное озеро Каравайно находится на границе Полоцкого и Глубокского районов Ви-

тебской области в бассейне реки Быстрица (бассейн Западной Двины), с которой соединено пересыхающей протокой. Площадь озера – 0,64 км². Средняя глубина озера 4,3 м, максимальная – 9,1 м. Склоны котловины озера достаточно высокие на юго-западе – 7–10 м и 4–5 м на юго-востоке, местами поросли лесом, засажены молодыми сосновыми посадками, иногда встречаются луга. Вдоль берега растет полоса черноольшанников. Озеро расположено в окружении лесов и в настоящее время объектов хозяйствования в окрестностях озера нет. Северо-западный берег болотистый, сплавинный. На западе залив озера окружен верховыми болотами. Берега озера умеренно изрезанные, коэффициент изрезанности 0,4. Мелководье песчаное, местами илистое, на больших глубинах сапропели. Прозрачность озера 2,5 м. Все берега озера заросли тростником со средней шириной зарастания 50–70 м. Плавающая водная растительность представлена кувшинками, кубышками, которые равномерно распределяются вдоль береговой линии полосой 10–15 м. Погруженная водная растительность представлена рдестами, урутью, телорезом. Начиная с глубины 1,5 м, встречаются обильные заросли харовых водорослей, которые местами создают сплошной ковер.

Химический состав воды: pH – 7,5 – 8,7, общая минерализация – 192,1 мг/л, содержание кальция – 33,7 мг/л. Биомасса фитопланктона – 1,51 г/м³, зоопланктона – 1,6 г/м³, зообентоса – 1,95 г/м² [1].

В озере обитают: щука, окунь, плотва, лещ, густера, красноперка, карась золотой, линь. Водоем используется как место отдыха и любительского лова рыбы.

Результаты. В июне 2006 г. в озере Каравайно из десятиногих раков были обнаружены широкопалые раки и один самец длиннопалого рака. Уловы широкопалого рака ловушками I типа (без наживки) колебались в пределах 0,18–0,30 и в среднем составляли 0,24±0,08 экз./ловушка сутки.

В 2007 г. в озере наряду с широкопалым раком в ловушки попало 9 особей длиннопалого

рака, что составило 3,2 % от общего количества отловленных особей двух видов.

В мае 2007 г. уловы широкопалого рака ловушками I типа характеризовались большей изменчивостью и колебались от 0,44 до 4,47 экз./ловушка сутки, составляя в среднем 1,41±1,56 экз./ловушка сутки. Очень высокие уловы (4,47 экз./ловушка сутки) отмечены только однажды в период изменения погодных условий и устойчивого сильного ветра в одном направлении, что повлекло за собой сгон поверхностных вод и подъем воды с нижних горизонтов у одного берега, где стояли ловушки. Очевидно, эти особенности обмена водных масс инициировали повышенную двигательную активность раков, что увеличивало вероятность их попадания в ловушки.

Поскольку в 2006 г. и в 2007 г. исследования проводились в идентичный период года, проведено межгодовое сравнение уловов. Средние уловы за одни сутки ловушками I типа в июне 2006 г. и мае 2007 г. не различались ($t = 1,01$; $p = 0,35$).

В 2007 г. сравнили уловы широкопалого рака ловушками разного типа. Для ловушек II типа в мае они колебались от 0 до 0,25 и в среднем составили 0,13±0,18 экз./ловушка сутки. Для ловушек I типа они изменялись от 0 до 4,47, что в среднем составило 1,41±1,56 экз./ловушка сутки. При сравнении суточных уловов ловушками I и II типов в статистически значимых различий не обнаружено ($t = 1,11$; $p = 0,31$).

В 2008 г. уловы широкопалого рака ловушками I типа изменялись от 0,31 до 0,62 (в среднем 0,51±0,17 экз./ловушка сутки). Уловы ловушками II типа колебались от 0,29 до 0,67 (в среднем 0,48±0,27 экз./ловушка сутки). Различия в уловах ловушек I и II типов также статистически не достоверны ($t = 0,14$; $p = 0,90$). Численность длиннопалого рака в уловах продолжала расти и составила 20,0 % от общего числа выловленных особей двух видов.

Соотношение самцов и самок в уловах в мае было примерно одинаковым – 1,17:1, в конце июня преобладали самцы в соотношении 7,0:1. В октябре соотношение в уловах самцов к самкам было 3,36:1.

Средние размеры самцов и самок в уловах разных лет показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Размерные показатели самцов и самок в уловах разных лет

Дата сборов	Пол	Число особей	Длина, мм		
			Средняя ± s.d.	Минимальная	Максимальная
30 июня 2006	самцы	14	100,5±11,7	86,0	128,0
	самки	2	103,5±7,8	98,0	109,0
23 мая 2007	самцы	146	102,7±12,8	72,0	143,0
	самки	125	93,0±7,2	75,0	114,0
11 октября 2008	самцы	37	103,0±8,5	84,0	121,0
	самки	11	95,5±7,2	83,0	107,0

Для анализа размерной структуры популяции представлены данные 2007 г. (рисунок 1 а,б), как наиболее массовые сборы.

Количество яиц на плеоподах на последних

стадиях эмбрионального развития (E) связано с длиной самки (TL , мм) зависимостью (рисунок 2):

$$E = 4,37TL - 299,91 (R^2 = 0,67) \quad (4)$$

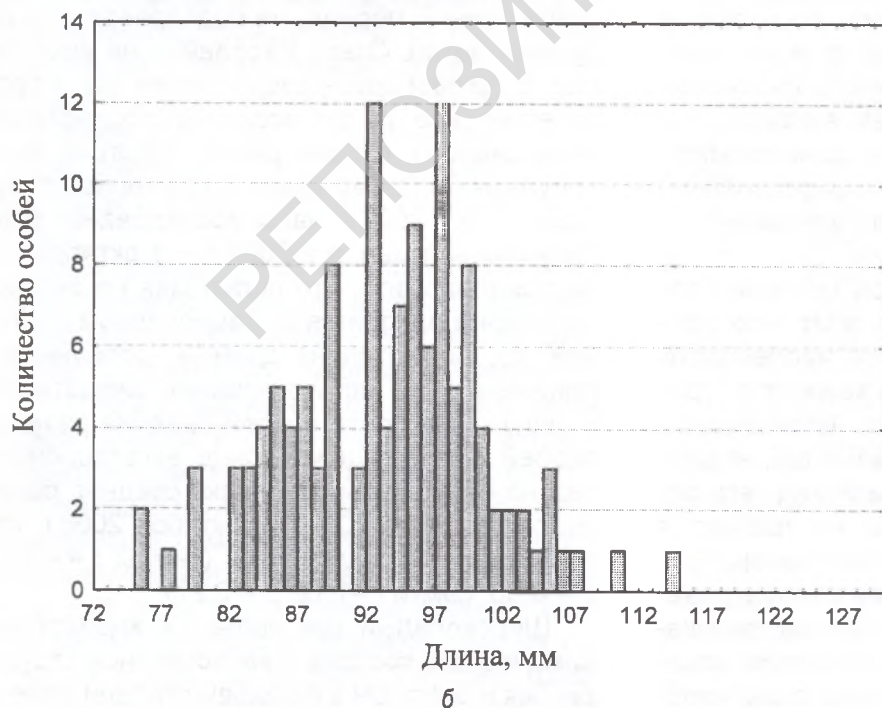
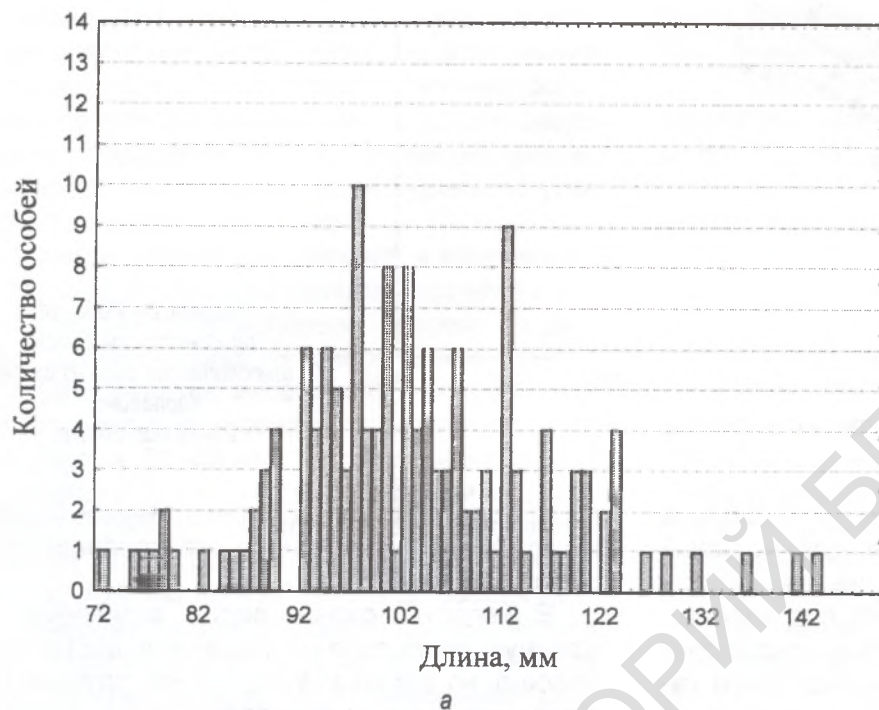


Рисунок 1 – Размерная структура самцов (а) и самок (б) широкопалого рака из озера Каравайно, 21–25 мая 2007 г.

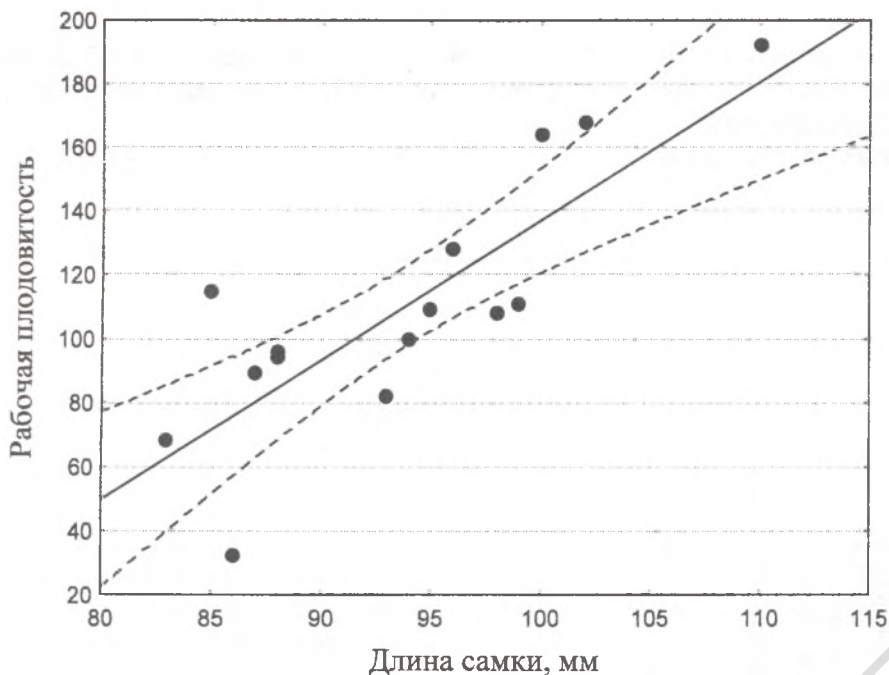


Рисунок 2 – Рабочая плодовитость самок широкопалого рака из озера Каравайно, 21–25 мая 2007 г.

Обсуждение результатов. С 2006 г. в озере стал регистрироваться длиннопалый рак. Обращает на себя внимание очень быстрый рост его численности. Этот вид характеризуется большей активностью, скоростью роста, плодовитостью и при совместном существовании происходит постепенное вытеснение широкопалого рака длиннопалым [2]. В случае с популяцией озера Каравайно можно говорить о быстром замещении, поскольку в течение 3 лет длиннопалый рак от единичных особей достиг 20,0 % общего числа выловленных особей двух видов. Такая высокая скорость увеличения численности длиннопалого рака в озере, где существует широкопалый, нами отмечена впервые и этот феномен требует специальных исследований.

Широкопалый рак является ценным промысловым объектом. А это значит, что проблемы охраны и увеличения численности широкопалого рака во многом зависят от традиций и отношения местного населения к данному виду. Если широкопалый рак не рассматривается как промысловый вид, его относительно легче охранять и не требуется устанавливать правила лова (например, Греция). Но если широкопалый рак рассматривается как промысловый вид и ценный деликатесный продукт, как в Скандинавских странах, мероприятия по сохранению вида необходимо соотносить с промыслом. При этом интересы собственников отдельных угодий часто входят в противоречие с законодательством страны – общий запрет на лов широкопалого рака увеличивает риск его незаконного лова [13]. Авторы цитируемой рабо-

ты предлагают искать определенный баланс между мероприятиями по его сохранению и эксплуатацией.

В Беларуси охрана видов, включенных в Красную книгу страны, налажена достаточно хорошо, но это не значит, что нет случаев незаконного лова широкопалого рака. Отчасти это происходит из-за незнания различий между видами и любители раков ловят их в разрешенный период, не подозревая, что нарушают закон. Озеро Каравайно не исключение. В летний сезон озеро так же как и практически все рачьи водоемы подвергается интенсивному отлову раков. Изъятие части популяции подтверждается размерной структурой. Так в 2007 г. наши исследования были проведены в мае, а в 2008 г. – в октябре. Если предположить, что популяция не эксплуатируется и находится в стационарном состоянии, то, несмотря на данные, собранные в смежные годы, есть основания ожидать, что в результате роста особей средние размеры особей в популяции в конце вегетационного сезона будут больше. Однако средние размеры раков в мае 2007 г. и октябре 2008 г. статистически не различались (самцы $t = -0,13$, $p = 0,90$; самки $t = -1,12$, $p = 0,27$).

Широкопалый рак является индикатором химического состава и качественной структуры рек и озер. Он в большей степени отмечается в водоемах с низким уровнем трофности [14]. Каравайно – эвтрофное озеро, но находится среди лесов, не имеет рядом лежащих сельскохозяйственных полей. В бентосе представлены в большом количестве харовые водоросли, что является благоприятным

фактором для жизнедеятельности раков [2]. Берега озера окаймлены древесной растительностью, преимущественно ольхой, и корни деревьев, свисая в воду, создают на мелководье большое разнообразие убежищ для молоди раков. Перечисленные особенности местообитаний являются необходимой предпосылкой для высокой выживаемости раков, и как следствие, устойчивого существования популяции [25]. Таким образом, жизнеспособность популяции широкопалого рака в озере может поддерживаться на высоком уровне, однако ее численность, если судить по уловам на ловушку, небольшая.

В озере Каравайно средняя и максимальная длина раков была больше в сравнении с лучшим ракопромысловым озером Норвегии – Стеинсфиорд. В озере Стеинсфиорд ежегодно ведется интенсивный лов широкопалого рака и в уловах доминирует размерная группа 85–89 мм, максимальная длина составила 119 мм [14]. В 6 популяциях широкопалого рака (5 озерах и 1 реке) Норвегии средняя длина особей в популяции изменялась от 76,3 мм до 95,6 [21]. В 20 озерах Литвы средние размеры особей широкопалого рака изменялись от 87,4 мм до 115,0 мм, в большинстве популяций максимальная длина особей была 130 мм, но были озера (25 %), в которых отмечены особи 140 мм [2]. Средние размеры особей широкопалого рака будут зависеть, прежде всего, от обеспеченности пищей и промысловой нагрузки на популяцию. Но в целом, средние размеры особей в озере Каравайно были несколько большими в сравнении с популяциями Скандинавских стран и сопоставимы с таковыми озер Литвы.

Соотношение полов в уловах отражает разную активность самцов и самок в конкретные периоды года. В мае активность как самцов, так и самок была примерно одинаковой (1,17:1), но в конце июня у самок наблюдался выклев личинок и они не питались и были малоактивными, как следствие самок было в 7 раз меньше в уловах чем самцов. В октябре активность самцов увеличилась, в связи с наступлением периода спаривания и в уловах в 3,36 раза было больше самцов. Тщательные исследования, проведенные на небольшом озере, на острове Готланд (Швеция), показали, что самки широкопалого рака были активны с конца июня или начала июля до ноября. Самцы и самки без яиц на плеоподах были активны в течение всего года. Соотношение в уловах ловушек с декабря до июня было 6:1 в пользу самцов, и близко к 1 в июле–ноябре [3].

В Швеции самки *A. astacus* вынашивают яйца с конца осени до конца июня, молодь появляется в начале июля [19], спаривание отмечено в октябре, а откладка яиц в ноябре [4]. На острове Готланд (Швеция) личинки выклевываются у самок широкопалого рака в конце июня, когда температура выше 15 °C [3]. В водоемах Литвы у *A. astacus* спаривание имеет место при температуре около 10 °C в конце октября. Откладка яиц – в конце ноября, когда температура воды снижается до 5 °C [10].

В наших условиях в конце мая самки еще несли яйца на последних стадиях развития эмбрионов, а в конце июня мы уже отлавливали самок с личинками на плеоподах. Следовательно, выклев личинок у широкопалого рака в озере Каравайно происходит в середине или в третьей декаде июня, что сопоставимо с водоемами Швеции. В начале октября нами еще не отмечались самки со сперматофорами, то есть период размножения еще не наступил. Следует отметить, что спаривание может отмечаться в течение года при температуре ниже 11 °C [20].

Для оценки состояния популяций часто используются данные по ее возрастной структуре, которая для разных водоемов достаточно хорошо изучена. Литературные сведения по взаимосвязи размеров и возраста представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость между возрастом и длиной тела у широкопалого рака

Возраст, годы	Длина тела, мм					
	16–18	15–20	23	15–23	15–23	–
+0	16–18	15–20	23	15–23	15–23	–
+1	33–40	25–45	47–49	25–48	25–48	–
+2	59–63	50–70	70–72	50–70	50–80	58–60*
+3	73–81	60–80	–	60–80	60–80	82–80*
+4	87–94	–	–	–	–	98–94*
+5	104–114	–	–	–	–	111–105*
+6	113–125	–	–	–	–	121–115*
Автор	[2]	[17]	[4]	[14]	[18]	[5]

Примечание – *приводятся размеры самцов (первая цифра) и самок (вторая цифра)

Для интродуцированного в водохранилище Цероука (Марокко) широкопалого рака рассчитана зависимость длины (L , мм) половозрелых самцов и самок от возраста (t , годы), которая имеет вид [5] для самцов:

$$L = 57,39 \ln t + 18,64 \quad (R = 0,99) \quad (5)$$

и для самок:

$$L = 49,74 \ln t + 25,34 \quad (R = 0,99). \quad (6)$$

В этом водохранилище продолжительность жизни самцов 8 лет и они достигают 200 г., самок – 7 лет и 110 г.

фактором для жизнедеятельности раков [2]. Берега озера окаймлены древесной растительностью, преимущественно ольхой, и корни деревьев, свисая в воду, создают на мелководье большое разнообразие убежищ для молоди раков. Перечисленные особенности местообитаний являются необходимой предпосылкой для высокой выживаемости раков, и как следствие, устойчивого существования популяции [25]. Таким образом, жизнеспособность популяции широкопалого рака в озере может поддерживаться на высоком уровне, однако ее численность, если судить по уловам на ловушку, небольшая.

В озере Каравайно средняя и максимальная длина раков была больше в сравнении с лучшим ракопромысловым озером Норвегии – Стеинсфиорд. В озере Стеинсфиорд ежегодно ведется интенсивный лов широкопалого рака и в уловах доминирует размерная группа 85–89 мм, максимальная длина составила 119 мм [14]. В 6 популяциях широкопалого рака (5 озерах и 1 реке) Норвегии средняя длина особей в популяции изменялась от 76,3 мм до 95,6 [21]. В 20 озерах Литвы средние размеры особей широкопалого рака изменялись от 87,4 мм до 115,0 мм, в большинстве популяций максимальная длина особей была 130 мм, но были озера (25 %), в которых отмечены особи 140 мм [2]. Средние размеры особей широкопалого рака будут зависеть, прежде всего, от обеспеченности пищей и промышленной нагрузки на популяцию. Но в целом, средние размеры особей в озере Каравайно были несколько большими в сравнении с популяциями Скандинавских стран и сопоставимы с таковыми озер Литвы.

Соотношение полов в уловах отражает разную активность самцов и самок в конкретные периоды года. В мае активность как самцов, так и самок была примерно одинаковой (1,17:1), но в конце июня у самок наблюдался выклев личинок и они не питались и были малоактивными, как следствие самок было в 7 раз меньше в уловах чем самцов. В октябре активность самцов увеличилась, в связи с наступлением периода спаривания и в уловах в 3,36 раза было больше самцов. Тщательные исследования, проведенные на небольшом озере, на острове Готланд (Швеция), показали, что самки широкопалого рака были активны с конца июня или начала июля до ноября. Самцы и самки без яиц на плеоподах были активны в течение всего года. Соотношение в уловах ловушек с декабря до июня было 6:1 в пользу самцов, и близко к 1 в июле–ноябре [3].

В Швеции самки *A. astacus* вынашивают яйца с конца осени до конца июня, молодь появляется в начале июля [19], спаривание отмечено в октябре, а откладка яиц в ноябре [4]. На острове Готланд (Швеция) личинки выклевываются у самок широкопалого рака в конце июня, когда температура выше 15 °C [3]. В водоемах Литвы у *A. astacus* спаривание имеет место при температуре около 10 °C в конце октября. Откладка яиц – в конце ноября, когда температура воды снижается до 5 °C [10].

В наших условиях в конце мая самки еще несли яйца на последних стадиях развития эмбрионов, а в конце июня мы уже отлавливали самок с личинками на плеоподах. Следовательно, выклев личинок у широкопалого рака в озере Каравайно происходит в середине или в третьей декаде июня, что сопоставимо с водоемами Швеции. В начале октября нами еще не отмечались самки со сперматофорами, то есть период размножения еще не наступил. Следует отметить, что спаривание может отмечаться в течение года при температуре ниже 11 °C [20].

Для оценки состояния популяций часто используются данные по ее возрастной структуре, которая для разных водоемов достаточно хорошо изучена. Литературные сведения по взаимосвязи размеров и возраста представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость между возрастом и длиной тела у широкопалого рака

Возраст, годы	Длина тела, мм					
	16–18	15–20	23	15–23	15–23	–
+0	16–18	15–20	23	15–23	15–23	–
+1	33–40	25–45	47–49	25–48	25–48	–
+2	59–63	50–70	70–72	50–70	50–80	58–60*
+3	73–81	60–80	–	60–80	60–80	82–80*
+4	87–94	–	–	–	–	98–94*
+5	104–114	–	–	–	–	111–105*
+6	113–125	–	–	–	–	121–115*
Автор	[2]	[17]	[4]	[14]	[18]	[5]

Примечание – *приводятся размеры самцов (первая цифра) и самок (вторая цифра)

Для интродуцированного в водохранилище Цероука (Марокко) широкопалого рака рассчитана зависимость длины (L , мм) половозрелых самцов и самок от возраста (t , годы), которая имеет вид [5] для самцов:

$$L = 57,39 \ln t + 18,64 \quad (R = 0,99) \quad (5)$$

и для самок:

$$L = 49,74 \ln t + 25,34 \quad (R = 0,99). \quad (6)$$

В этом водохранилище продолжительность жизни самцов 8 лет и они достигают 200 г., самок – 7 лет и 110 г.

На рост раков оказывают огромное влияние условия обитания и генетические ростовые потенции. Например, в пруду в Баварии (Германия) средняя масса особи в конце вегетационного сезона составила в возрасте 1+ – 13,6 г (60–80 мм), 2+ – 47,6 г, 3+ – 95,2 г [8]. Во Франции в возрасте 22 месяцев средняя длина широкопалого рака колебалась от 79,8 до 85,7 мм у самцов и 78,5–83,7 мм у самок в зависимости от плотности раков в прудах [9]. В пруду 6,000 м² (Северная Бавария) изучался рост широкопалого рака от возраста 0+. В апреле было запущено 7 000 особей средней длиной 2,5 см и массой 0,5 г. (плотность посадки – 0,23 экз./м²). В октябре в возрасте 1+ самцы имели 6,42 см и массу 10,3 г., самки – 7,14 см и 12,6 г. В сентябре в возрасте 2+ самцы – 11,06 см и 61,35 г., самки 10,13 см и 41,1 г. В возрасте 2+ 113 самцов имели среднюю массу 101,5 г [11]. В водоемах Литвы раки достигают массы в возрасте 1+ – 0,7–1,5 г; 2+ – 3,8–5,8 г; 3+ – 11,9–14,5 г [2]. В благоприятных условиях обитания раки в возрасте 3+ могут достигать длины 95 мм [14].

Таким образом, в популяциях широкопалого рака чрезвычайно широкая изменчивость длины одновозрастных особей. Возраст одинаковых по длине особей может различаться на 1–2 года. Для региона стран Скандинавии и Прибалтики данные, представленные в таблице 2, могут считаться адекватными нашим данным, но данные по популяциям юга Европы при расшифровке размерной структуры раков Беларуси следует использовать как ориентировочные.

При выделении размерно-возрастных классов необходимо учитывать частоту линек и прирост за линьку. Известно, что половозрелые самцы линяют два раза за вегетационный период, самки – один [3; 14]. Прирост за линьку может составлять у самцов 5,0–10,3 мм, у самок – 2,0–8,1 мм [14]. В среднем прирост за линьку составляет 9,0 мм у самцов и 7,8 мм у самок [15]. Осенью длина широкопалого рака в разные годы в возрасте 0+ может изменяться от 18,6 до 30 мм, 1+ – от 36,6 до 48,0 мм.

В Финляндии широкопалый рак вырастает примерно на 10 мм в течение первого лета и 21 мм – второго. В возрасте 2+ *A. astacus* имел среднюю длину 63 мм. На третьем году прирост за сезон может быть 25–15 мм в зависимости от года. Широкопалый рак длиной <= 79 мм линяет два или даже больше раз за год и прирастает на 15–26 мм общей длины. Раки больше 81 мм линяли один раз и прирастали на 6–13 мм в год. Самки меньше 67 мм росли быстрее самцов и линяли три

раза, прирастая за год на 27–29 мм. Самки больше 79 мм прирастали за год на 4–13 мм [24]. При расшифровке размерно-возрастной структуры популяции широкопалого рака озера Каравайно будем учитывать данные по частоте линек, приростам за линьку и относительную дискретность в размерной структуре популяции (см. рисунок 1 а, б).

Размерно-весовая структура популяции широкопалого рака озера Каравайно выглядит следующим образом: самцы – 3+ до 80 мм, 4+ – 82–102 мм, 5+ – 103–114 мм, 6+ – 116–132 мм, 7+ – 138–142 мм; самки – 3+ – до 79 мм, 4+ – 82–89 мм, 5+ – 91–98 мм, 6+ – 99–107 мм, 7+ – 109–114 мм. Но требуется уточнить рост молоди, возможно, раки достигают размеров 80 мм роста не в конце 4 лета, а на год раньше. Возможно, самки после достижения половой зрелости растут с большей скоростью, нежели та, которую мы задали, опираясь на литературные данные, и достигают больших размеров.

Одним из важнейших характеристик жизненного цикла является возраст и размер достижения половозрелости. Самки широкопалого рака становятся половозрелыми при длине 70–85 мм [16]. В условиях Литвы самцы достигают половой зрелости на третьем году жизни при длине 70 мм, самки – на четвертом году жизни при длине 80 мм [2]. В водоемах Скандинавии самки созревают на четвертое лето, самцы на третье [4]. Минимальная длина половозрелых самок не остается постоянной и варьируется от года к году. Например, в озере Стеинсфиорд в 1981 г. минимальные размеры половозрелых самок были 78 мм, в 1982 г. – 75 мм, в 1983 – 70 мм [15]. Размеры и возраст половозрелости самок широкопалого рака широко варьируются как внутри одной популяции, так и между популяциями. В Норвегии в озере Вэллен минимальные размеры половозрелой самки были 62 мм, в реке Глоба – 80 мм [21]. В пруду в Финляндии минимальная половозрелая самка с яйцами была 59 мм и массой 7,8 г. Большинство самок больше 70 мм были половозрелыми. Но в 60 км от пруда в озере Виорярви длина половозрелых самок больше на 10 мм [22]. Если в Скандинавии широкопалый рак созревает на 4–6 лето и имеет размеры 60–80 мм, то в экспериментальных условиях при выращивании в аквариумах и температуре 20 °С две самки после 13 месяцев выращивания отложили неоплодотворенные яйца. Длина карапакса яйценосных самок 28,7 и 32,2 мм [7], что соответствует, примерно, 58 и 65 мм общей длины. Но в целом, в естественных местах обитания – озе-

рах и реках – половозрелыми самки широкопалого рака становятся при длине тела от 62 до 85 мм [14].

В озере Каравайно минимальные размеры яйценосных самок были 79 мм. Таким образом, учитывая возрастную структуру популяции, можно утверждать, что в озере Каравайно самки начинают созревать в возрасте 3+ и в возрасте 4+ все становятся половозрелыми.

Отдельные половозрелые самки могут по разным причинам не участвовать в размножении каждый год. Для озер Финляндии процент половозрелых самок, участвующих в размножении, колеблется от 54 до 95 % [12], схожие показатели и для озер Швеции – 53–97 %, в 6 озерах Норвегии этот показатель изменяется в пределах от 8 до 74 % [21]. В озере Каравайно яйценосные самки в конце мая составляли 95,6 % от общего числа половозрелых самок.

Одной из важнейших характеристик популяции является плодовитость, которая определяет пополнение популяции, а значит, непосредственно определяет будущее популяции. В исследованиях финских ученых [12] показано, что плодовитость одноразмерных самок широкопалого рака из разных популяций статистически не различается. Подчеркивается, что популяции из северных регионов страны (за исключением озера Каухайярви), существуя в более суровых условиях, характеризуются примерно схожей плодовитостью с популяциями юга страны. Делается вывод, что влияние температуры на плодовитость широкопалого рака минимально. В озере Каухайярви существует популяция с высокой плотностью и относительно меньшим количеством яиц у самок. Снижение плодовитости объясняется нехваткой пищи, как фактора зависящего от плотности.

Поскольку самки вынашивают яйца в течение нескольких месяцев, плодовитость в период их откладки на плеоподы будет отличаться от плодовитости незадолго до выклева личинок. Например, в упоминавшемся уже озере Стеинсфиорд между количеством яиц в яичниках (F) и общей длиной самки (TL , мм) существует зависимость:

$$F = 2,91 TL - 101 \quad (7)$$

($N = 415, R^2 = 0,31, P < 0,001$).

Количество яиц на плеоподах самок, собранных в весенние месяцы, описывается зависимостью:

$$F = 4,63 TL - 297 \quad (8)$$

($N = 114, R^2 = 0,40, P < 0,001$).

Яйца на плеоподах составили всего 53–92 % от яиц в яичниках у самок 80–100 мм. Потери яиц снижаются с увеличением длины

самок [17]. Потери яиц (как разница между количеством яиц в яичниках и количеством яиц на плеоподах весной) снижаются с увеличением размеров самок, что указывает на обеспечение более эффективной защиты яиц в период их вынашивания от хищников и других причин самками крупных размеров [14]. В данной работе приводятся данные по количеству яиц на плеоподах самок в весенние месяцы из озер Финляндии, Норвегии, Дании. Плодовитость самок общей длиной 90 мм варьирует от 87 до 154 яиц. При сравнении с одноразмерными особями плодовитость самок из озера Каравайно оказывается в большинстве случаев несколько ниже.

Заключение. В озере Каравайно в период с 2005–2008 гг. наблюдается широкая динамика уловов на усилии (ловушку) широкопалого рака, в зависимости от сезона и особенностей динамики вод. Уловы двух типов ловушек – обычных с наживкой рыбы и без наживки статистически достоверно не различались. Уловы широкопалого рака колебались от 0 до 1,41 экз./ловушка сутки. В течение периода наблюдения отмечено быстрое нарастание численности длиннопалого рака. Его численность от единичных особей в 2006 г. составила в 2008 г. 20 % от общего числа выловленных особей двух видов. Соотношение полов в уловах было примерно одинаковым в мае, в конце июня самцы преобладали в уловах в 7 раз, в октября – в 3 раза. В конце июня у самок наблюдался выклев личинок, и они не питались и были малоактивными. В октября активность самцов увеличивалась в связи с наступлением периода спаривания. До 4 лет самцы и самки растут примерно с равной скоростью, но в возрасте 4+ года самцы имеют несколько большую длину – 82–102 мм, самки – 82–89 мм. Минимальные размеры яйценосных самок были 79 мм. Самки начинают созревать в возрасте 3+ и в возрасте 4+ все становятся половозрелыми. В мае количество яиц на плеоподах (рабочая плодовитость) связано с длиной самки (TL , мм) зависимостью: $E = 4,37TL - 299,91$. Популяция широкопалого рака озера Каравайно по своим структурно-функциональным характеристикам близка к популяциям этого вида водоемов Прибалтики и Скандинавии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов, Б.П. Озера Беларуси: справочник / Б.П. Власов, О.Ф. Якушко, Г.С. Гигевич, А.Н. Рачевский, Е.В. Логинова. – Минск: БГУ, 2004. – 284 с.
2. Цукерзис, Я.М. Речные раки / Я.М. Цукерзис. – Вильнюс: Мокслас, 1989. – 140 с.

3. Ackefors, H. Observations on the yearly life cycle of *Astacus astacus* in a small lake in Sweden / H. Ackefors // Proc. of the 12 th Symposium of the IAA/ International Association Astacology. – Augsburg, Germany, 1999. – Vol. 12: Freshwater Crayfish. – P. 413–429.
4. Abrahamsson, S.A. Density, growth and reproduction in population of *Astacus astacus* and *Pacifastacus leniusculus* in an isolated pond / S.A. Abrahamsson // Oikos. – 1971. – Vol. 22, No 3. – P. 373–380.
5. Benabid, M. Population dynamics and growth of the noble crayfish *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758) in Zerouka 2 reservoir (Middle-Atlas, Morocco) / M. Benabid, A. Bouzidi, M. Ramdani // Bulletin de la Soc. Zool. re France. – 2003. – Vol. 128, No 3. – P. 185–200.
6. Cukerzis, J. *Astacus leptodactylus* in Europe / J. Cukerzis // Freshwater crayfish: biology, management and exploitation / Croom Helm; D. M. Holdich, R.S. Lowery (eds.). – London, 1988. – P. 309–341.
7. Henttonen, P. Moulting, growth, survival and color of crayfish *Astacus astacus* (L.) juveniles fed diets with and without green plant material and maintained in individual cages and communal tanks / P. Henttonen, J.V. Huner, O.V. Lindqvist, L. Henttonen, J. Pitkanien // Proc. of the 9 th Symposium of the IAA / International Association Astacology. – London, England, 1993. – Vol. 9: Freshwater Crayfish. – P. 426–441.
8. Keller, M.M. Yield experiments with freshwater crayfish *Astacus astacus* (L) in aquaculture / M.M. Keller, M. Keller // Pap. from the 10th Symposium of the IAA / International Association Astacology. – Adelaide, Australia, 1995. – Vol. 10: Freshwater Crayfish. – P. 506–511.
9. Laurent, P.J. Five years of action in Lorraine and Morvan (France) to restore the noble crayfish, *Astacus astacus* / P.J. Laurent, J. Nicolas, L. Paris // Proc. of the 9 th Symposium of the IAA / International Association Astacology. – London, England, 1993. – Vol. 9: Freshwater Crayfish. – P. 380–389.
10. Mackevicene, G. Reproduction of noble crayfish *Astacus astacus* (L.) in semi-intensive culture / G. Mackevicene, L. Mickeniene, A. Burba, V. Mazeika // Proc. of the 12th Symposium of the IAA / International Association Astacology. – Augsburg, Germany, 1999. – Vol. 12: Freshwater Crayfish. – P. 462–470.
11. Piwernetz, D. Growth experiments with *Astacus astacus* in a 6,000 m² pond previously used for extensive farming of carp / D. Piwernetz, J. Balg // Proc. of the 12th Symposium of the IAA / International Association Astacology. – Augsburg, Germany, 1999. – Vol. 12: Freshwater Crayfish. – P. 535–539.
12. Savolainen, R. Fecundity of Finnish noble crayfish, *Astacus astacus* L., and signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus*, in various natural habitats and in culture / R. Savolainen, K. Westman, M. Pursiainen // Proc. of the 11th Symposium of the IAA / International Association Astacology. – Trondheim, Norway, 1996. – Vol. 11: Freshwater Crayfish. – P. 319–338.
13. Skurdal, J. Management strategies, yield and population development of the noble crayfish *Astacus astacus* in Lake Steinsfjorden / J. Skurdal, E. Gamas, T. Taugbol // Bull. Fr. Peche Piscic. – 2002. – Vol. 367. – P. 845–860.
14. Skurdal, J. Do we need harvest regulations for European crayfish? / J. Skurdal, T. Taugbol // Reviews in Fish Biology and Fisheries. – 1994. – Vol. 4. – P. 461–485.
15. Skurdal, J. Growth, maturity and fecundity of *Astacus astacus* in Lake Steinsgjorden, S.E. Norway / J. Skurdal, T. Qvenild // Proc. of the 6 th Symposium of the IAA / International Association Astacology. – Lund, Sweden, 1986. – Vol. 6: Freshwater Crayfish. – P. 182–186.
16. Skurdal, J. Size and sex composition of noble crayfish *Astacus astacus* L. in trap catches in lake Steinsfjorden, S.E. Norway: effect of exploitation / J. Skurdal, T. Qvenild, T. Taugbol // Pap. from the 10th Symposium of the IAA / International Association Astacology. – Adelaide, Australia, 1995. – Vol. 10: Freshwater Crayfish. – P. 249–256.
17. Skurdal, J. Long term study of exploitation, yield and stock structure of noble crayfish *Astacus astacus* in Lake Steinsfjorden, S.E. Norway / J. Skurdal, T. Qvenild, T. Taugbol, E. Gamas // Proc. of the 9 th Symposium of the IAA / International Association Astacology. – London, England, 1993. – Vol. 9: Freshwater Crayfish. – P. 118–133.
18. Souty-Grosset, C. Atlas of crayfish in Europe. Museum national d'Histoire naturelle / C. Souty-Grosset, D.M. Holdich, P.Y. Noël, J.D. Reynolds, P. Haifner. – Paris, 2006. – 187 p.
19. Svensson, M. Predation by perch, *Perca fluviatilis* (L), and roach, *Rutilus rutilus* (L), on juvenile noble crayfish, *Astacus astacus* (L), in pond experiments / M. Svensson // Proc. of the 9 th Symposium of the IAA / International Association Astacology. – London, England, 1993. – Vol. 9: Freshwater Crayfish. – P. 333–344.
20. Svensson, M. Mating capacity in male noble crayfish, *Astacus astacus*, under laboratory conditions / M. Svensson, R. Gydemo // Proc. of the 11th Symposium of the IAA / International Association Astacology. – Trondheim, Norway, 1996. – Vol. 11: Freshwater Crayfish. – P. 311–318.
21. Taugbol, T. Maturity and fecundity of *Astacus astacus* females in Norway / T. Taugbol, J. Skurdal, E. Fjeld // Pap. from the 7 th Symposium of the IAA / Musee Zoologique Cantonal CH-1000. – Lausanne, Switzerland, 1988. – Vol. 7: Freshwater Crayfish. – P. 107–114.
22. Tulonen, J. Growth rate, survival and reproduction of noble crayfish (*Astacus astacus* (L.)) and signal (*Pacifastacus leniusculus* (Dana)) under similar rearing conditions / J. Tulonen, E. Erkamo, J. Kirjavainen // Pap. from the 10th Symposium of the IAA / International Association Astacology. – Adelaide, Australia, 1995. – Vol. 10: Freshwater Crayfish. – P. 623–629.
23. Westman, K. Replacement of the native crayfish *Asatacus astacus* by the introduced species *Pacifastacus leniusculus* in a small, enclosed Finnish lake: a 30-year study / K. Westman, R. Savolainen, M. Julkunen // Ecography. – 2002. – Vol. 25. – P. 53–73.
24. Westman, K. Comparative study on the reproduction of the noble crayfish, *Astacus astacus* (L), and the signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana), in a small forest lake in southern Finland / K. Westman, R. Savolainen, M.A. Pursiainen // International Association Astacology. – London, England, 1993. – Vol. 9: Freshwater Crayfish. – P. 466–476.
25. Zuther, S. Development of a habitat suitability index for the noble crayfish *Astacus astacus* using fuzzy modellin / S. Zuther, H.K. Schulz, A. Lentzen-Godding, R. Schulz // Bull. Fr. Peche Piscic. – 2005. – Vol. 376–377. – P. 731–742.

SUMMARY

The monitoring of noble crayfish population in Karavaino lake has been carried out since 2005. Single specimen of narrow-clawed crayfish were registered in 2006 in the lake, in 2008 its numbers reached 20 % of total catch of crayfish of both specimen.

Noble crayfish male and female specimen of 4 years and younger have comparatively the same size, however at the age of 4+ males have slightly greater length – 82–102 mm, females – 82–89 mm.

Minimal size of hatching female reached 79 mm. Noble crayfish females begin to mature at the age of 3+ and at the age of 4+ all the female specimen become mature. In May the number of eggs depends on the length of female specimen (TL, mm) with the dependence of: $E=4,37TL-299,91$. Population of noble crayfish in Karavaino lake is similar to populations of the same populations in Baltic and Scandinavia waterponds.

Поступила в редакцію 23.12.2010 г.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ