

УДК 595.384.16

А. В. АЛЕХНОВИЧ

**ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ, РОСТ И РАЗМНОЖЕНИЕ ДЛИННОПАЛОГО РАКА
ASTACUS LEPTODACTYLUS В ОЗЕРЕ СОМИНСКОЕ**

Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам, Минск,
e-mail: Alekhnovich@biobel.bas-net.by

(Поступила в редакцию 30.01.2014)

Введение. Длиннопалый рак *Astacus leptodactylus* Eschscholtz широко распространен в Европе и сопредельных странах [1–3].

В Беларуси среди трех видов речных раков это единственный промысловый вид, поскольку широкопалый рак *A. astacus* включен в Красную книгу Республики Беларусь [4], а инвазивный вид полосатый рак *Orconectes limosus* распространен только в западной части страны [5] и из-за небольших размеров не имеет выраженной коммерческой ценности.

Отдельные популяции *A. leptodactylus* имеют высокую численность, которая может достигать до 2 инд/м². Наиболее продуктивные популяции длиннопалого рака создают годовую продукцию облавливаемой части популяции, близкую к 8,5 г/м² [6, 7]. Одной из таких многочисленных популяций является популяция длиннопалого рака в оз. Соминское.

Промысловые запасы этого вида достаточно интенсивно эксплуатируются. Ежегодный вылов в Турции как основного поставщика длиннопалого рака на рынки Европы исчисляется несколькими тысячами тонн [8, 9].

Организация рационального промысла предполагает знания биологических характеристик популяции. Среди них основными являются возрастная структура, особенности роста, репродуктивные параметры.

Цель данной работы – определение основных параметров популяции длиннопалого рака в оз. Соминское.

Характеристика оз. Соминское. Озеро находится на юге страны в Полесской низменности. Площадь озера 0,41 км². Имеет в центре глубину до 33 м. Прозрачность воды 3,5 м. Общая минерализация 201,5 мг/л. Содержание кальция в воде 42,0 мг/л, рН 7,7. Озеро карстового типа, округлой воронкообразной формы. Берега озера низкие, заболоченные. Дно до глубины 6–10 м песчаное, местами торфянистое. На глубинах больше 10 м дно сапропелевое. Озеро плотвично-окуневое, мезотрофное, слабопроточное.

Озеро характеризуется сильным зарастанием и мощным развитием макрофитов. У самого берега до глубины 0,5 м растут осоки, аир, шавель и ситняг, на глубине 0,5–1,5 м – практически сплошной полосой растет элодея, уруть, горец земноводный, рдесты, хвощ, тростник, кувшинка белая. На глубинах 1,5–2,5 м простирается полоса телореза, урути, элодеи, роголистника, хары. Погруженная водная растительность встречается до глубины 4 м и покрывает дно озера практически без перерывов по периметру всего озера. Ширина этого ковра растений до 150 м от берега к центру озера. Растения с плавающими листьями представлены кувшинкой белой, кубышкой желтой и в меньшей степени рдестом плавающим. Вдоль всего озера тянутся мощные заросли тростника.

В фитопланктоне озера доминируют диатомовые. В биомассе бентоса представлены личинки малоцетинковых червей, хирономиды, моллюски.

Материал и методы исследования. Раков ловили раколовками, которые устанавливали вдоль берега озера на глубине до 3 м. Молодь раков в прибрежных зарослях макрофитов отлавливали сачками.

Возраст сеголетков и годовиков раков определяли анализируя данные по скорости роста молоди в экспериментальных условиях и сборах из озера. Возраст старших возрастных групп определяли анализируя размерную структуру популяции с использованием вероятностно-статистических методов [6, 7].

Сбор проб по определению плодовитости проводили дважды – осенью сразу же после откладки самками яиц на плеоподы (E_{ov}) и весной в конце периода эмбрионального развития перед выходом личинок (E_{pl}).

Самок фиксировали 70%-ным спиртом и сразу же после фиксации оценивали репродуктивные параметры. Плодовитость устанавливали путем подсчета всех яиц на плеоподах самки. Во время осенних сборов яйца измеряли и определяли сырую и сухую массу яиц. Яйца и самок высушивали в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 60 °С. Средняя сухая масса одного яйца определялась делением сухой массы всех яиц на их количество.

Зависимость плодовитости (E_{ov} , E_{pl} , число яиц) от длины самки (TL , см) описывали при помощи уравнений линейной регрессии. Удельную скорость роста определяли по уравнению

$$(\ln W_2 - \ln W_1)/\tau, \quad (1)$$

где W_2 и W_1 – масса особи в конце и начале периода роста τ в сутках.

Математическая обработка проведена с использованием программы Statistica 6. У раков измеряли общую длину (TL) – от острого рострума до конца тельсона.

Результаты и их обсуждение. *Возраст и рост.* Одной из самых сложных задач исследований является выяснения возрастной структуры популяции раков. Речные раки не имеют регистрирующих возраст структур, что чрезвычайно усложняет оценку возраста и, следовательно, роста. Рост раков привязан к линькам. Раки увеличивают свои размеры и массу сразу же после линьки. Частота линек зависит от размеров особи и условий их обитания, следовательно, от множества внешних факторов и состояния самой особи. Поэтому рост раков характеризуется чрезвычайно высокой вариабельностью [10], размеры особей отдельных годовых классов могут перекрываться [11].

Как правило, используемые орудия лова эффективно начинают облавливать раков с возраста 2+ лет. Поэтому размеры и возраст раков в возрасте 1–2 года остаются неизвестными.

Для оценки роста молоди раков на первом году жизни с успехом можно пользоваться данными по росту сеголетка в экспериментальных условиях прудового выращивания. Для Беларуси достаточно много данных по росту сеголетков в прудовых условиях [12]. Сеголетки в прудовых условиях Полесского региона за первый вегетационный период в среднем достигают $3,75 \pm 0,48$ см, в центральных районах – $3,38 \pm 0,51$ см.

В прудах в результате биотехнологических мероприятий создаются более благоприятные условия роста и развития молоди, чем в озерах. Например, длина годовиков, выращиваемых в прудах, в сравнении с озерами Волго-Ахтубинской поймы была выше почти на 10 мм [13]. Поэтому предположим, что средние размеры сеголетков длиннопалого рака в полесском оз. Соминское к концу вегетационного периода будут несколько ниже, чем размеры сеголетков из прудов рыбхоза, расположенного в том же Полесском регионе.

В оз. Соминское в конце июля в уловах сачком на мелководье в зарослях высшей водной растительности сеголетки (возраст 0+) имели среднюю длину $1,82 \pm 0,22$ см. Сеголетки в благоприятных условиях в течение вегетационного периода линяют 8–9 раз [14, 15]. В экспериментах установлено, что наибольшая частота линек отмечается при температуре 25 °С, в то время как при температуре 30 °С частота линек сокращается, а линочный период увеличивается и одновременно отмечается повышенная смертность. При 15 °С смертность не отмечалась, но частота линек была очень низкой [16].

В оз. Соминское рост раков будет продолжаться примерно до первой декады октября и, несмотря на то что по мере снижения температуры (рис. 1) частота линек будет уменьшаться, средние размеры сеголетков в конце сезона роста могут составить 3,5 см.

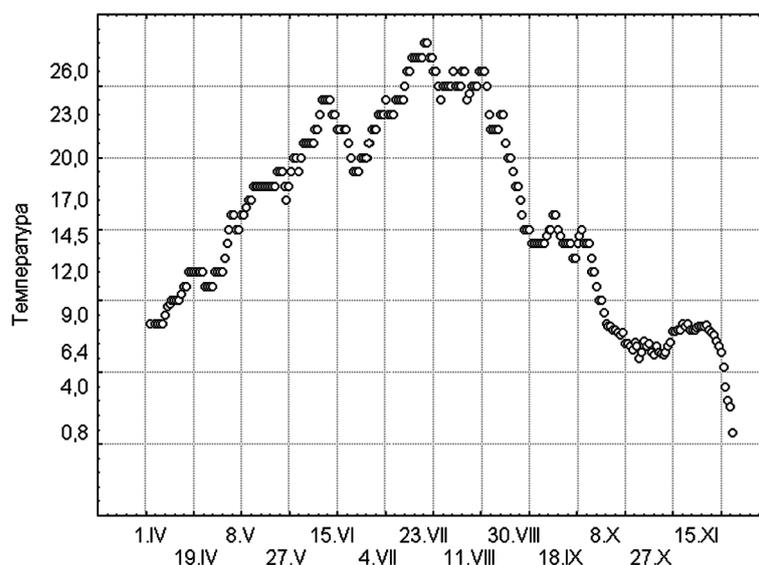


Рис. 1. Динамика температуры воды в реке Пина Полесского региона в 2010 г. (по данным Гидрометцентра РБ)

В оз. Соминское не проводились регулярные измерения температуры воды, поэтому нами взяты данные по годовой динамике температуры на ближайшем гидрологическом пункте наблюдений на реке Пина. Сезонный ход температуры в озере будет несколько отличаться от реки. В частности, есть основание ожидать, что в осенние месяцы температура в озере будет снижаться, а весной повышаться с меньшей скоростью, но в целом годовая динамика температуры будет вполне сопоставима.

Экспериментально показано, что линьки у раков прекращаются при температуре 10–11 °С [17]. Следовательно, с конца октября до середины апреля раки не будут линять и расти. В таком случае длина раков в возрасте 1 года в мае-июне следующего года будет почти такой же или незначительно больше, чем у сеголетков в конце вегетационного периода.

В уловах сачком в оз. Соминское средние размеры годовиков (возраст 1+) в конце июля были $5,55 \pm 0,58$ см. До конца сезона роста у годовиков можно ожидать не менее 2 линек. Поэтому средние размеры годовиков должны составлять 6–7 см. Раки в возрасте 2 лет весной следующего года будут иметь примерно такие же или несколько большие размеры. Дальнейшая расшифровка возрастной структуры проводилась с использованием вероятностно-статистических методов анализа [6, 7].

Данные по размерно-возрастной структуре популяции длиннопалого рака оз. Соминское показаны в таблице.

Размерно-возрастная структура половозрелой части популяции длиннопалого рака в оз. Соминское

Пол	Возраст, год					
	1	2	3	4	5	6
Самцы, см	3,0–4,0	6,0–7,0	9,4±0,6	10,7±0,6	12,1±0,2	13,1±0,5
Самки, см			9,3±0,5	10,4±0,3	11,4±0,3	12,7±0,2
Самцы, г*	0,69–1,64	5,50–8,71	21,02	30,96	44,70	56,67
Самки, г*			20,36	28,44	37,41	51,66

*Масса определена по общему для молоди, самцов и самок уравнению: $W = 0,026 L^{2,988}$, $R^2 = 0,992$ (1), где W – г, L – см.

Масса самцов и самок определена по общему уравнению, в связи с тем что таким образом мы охватываем широкий диапазон массы и получаем более адекватные данные. При определении зависимости W от L непосредственно для самок и самцов возможны ошибки из-за короткого диапазона значений длины и соответствующей им массы, что приводит к непропорционально большой роли крайних значений массы и длины особей. Объединив все данные, мы повысим репрезентативность.

Средняя продолжительность жизни особей в популяции раков оз. Соминское составила 6 лет. Раки старше 6 лет в популяции чрезвычайно редки. Максимальные размеры добытого рака были 14,4 см, его возраст будет порядка 8–9 лет. Но это единичные экземпляры, ролью которых в популяции можно пренебречь. Отметим также, что максимальный размер длиннопалого рака, добытого на торфяных карьерах недалеко от оз. Соминское, составил 17,8 см, а масса – 195 г. В озерах севера Беларуси максимальный размер выловленного рака был 17,3 см и 188 г [18]. Наибольшая длина пойманного длиннопалого рака отмечена для водоемов Ирана – 19,6 см [19].

Раки растут только в течение вегетационного периода, который с учетом температурного хода воды можно принять с конца апреля до начала октября. Рост раков начиная с возраста год и более в оз. Соминское теоретически может продолжаться в течение 170 дней. С учетом того что личинка раков появляется в начале июня, длительность роста молоди на первом году жизни примем равным 130 дней. Исходя из этих данных, рассчитаем удельную скорость роста особей длиннопалого рака в оз. Соминское (рис.2). Получена классическая зависимость снижения удельной скорости роста с возрастом раков.

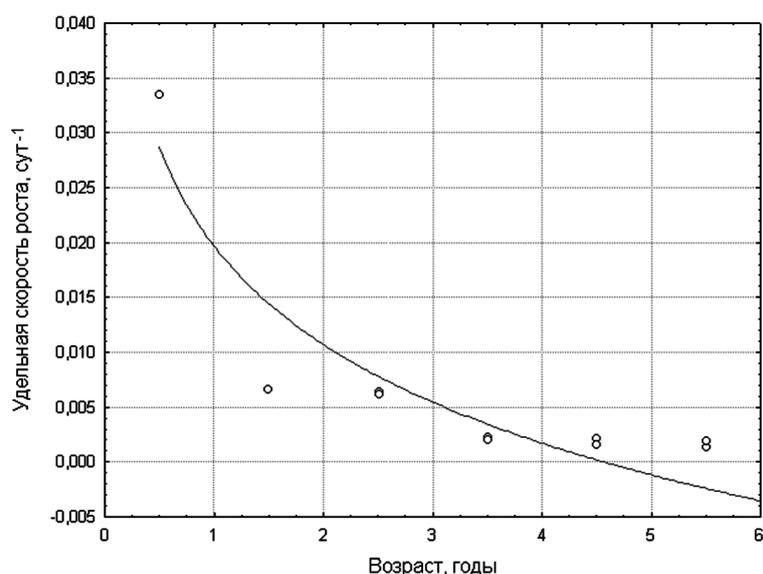


Рис. 2. Зависимость удельной скорости роста от возраста особей длиннопалого рака в оз. Соминское

Зависимость удельной скорости роста (C_w , сут⁻¹) от возраста раков (τ , годы) описывается степенным уравнением:

$$C_w = 0,0135 \tau^{-1,277}. \quad (2)$$

В логарифмической форме данная степенная зависимость будет иметь линейную форму и характеризоваться статистически достоверным коэффициентом наклона или корреляции: $r = -0,77$, $p = 0,004$.

Удельная скорость роста максимальна у молоди и резко снижается от значений 0,0335 сут⁻¹ для особей в возрасте 0+ до 0,0062–0,0064 сут⁻¹ у раков в возрасте 2+. Но начиная с возраста 3+ C_w меняется незначительно, плавно понижаясь с возрастом. Это половозрелые особи, для которых зависимость удельной скорости соматического роста от возраста вполне можно описать линейной функцией. Но самки в период половой зрелости ежегодно продуцируют и яйца, что требует учета и генеративного роста. Поэтому для половозрелых особей оценим C_w отдельно для самцов и самок, добавив к соматическому росту самок генеративный, который был определен по сырой массе одного яйца и плодовитости самок соответствующего возраста (репродуктивные характеристики будут рассмотрены ниже).

Для половозрелых самцов уравнение имеет вид

$$C_w = 0,0040 - 0,00045 \tau, r = -0,91, p = 0,27. \quad (3)$$

Низкая достоверность полученных значений объясняется, прежде всего, малым количеством исходных точек, по которым и определены значения коэффициентов уравнения (3).

Тем не менее уравнение (3) позволяет нам определить возраст, когда удельная скорость роста будет равна нулю, и данный возраст будем считать равным максимальной продолжительности жизни раков. Этот показатель для самцов популяции в оз. Соминское составит 8,9 лет с возможными отклонениями на 1–2 года как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. Полученная продолжительность жизни вполне сопоставима с данными других авторов: максимальная продолжительность жизни длиннопалого рака Волго-Ахтубинской поймы оценивается в 10–12 лет [20], в сводке [2] – в 10 лет либо чуть более.

Для самок C_w , оцененный по суммарным значениям соматического и генеративного роста, совершенно неожиданно увеличивается с увеличением возраста самок и имеет вид:

$$C_w = 0,00045 \tau - 0,0005, r = -0,98, p = 0,12. \quad (4)$$

Как и прежде, низкий уровень значимости определяется малым количеством взятых для рассмотрения значений соответствующих параметров. Угловой коэффициент имеет очень малое положительное значение и использовать уравнение (4) для определения максимального возраста самок невозможно.

Таким образом, теоретическая продолжительность жизни раков в оз. Соминское может быть порядка 9 лет. В действительности в популяции раки старше 6 лет встречаются чрезвычайно редко. Причина такой возрастной структуры в интенсивном промысле раков.

Длиннопалый рак – ценный промысловый вид и размерно-возрастная структура популяций определяется не только скоростью роста особей, но и интенсивностью вылова раков. В озерах, где высокая прозрачность, чрезвычайно популярным является лов раков в ночное время с помощью фонаря и сачка. При таком способе лова в первую очередь изымаются крупные особи. Раколовки с наличием в них приманки (разной конструкции) также прежде всего вылавливают крупных особей, поскольку имеет место конкуренция за пищу. Все это ведет к тому, что в популяциях, где сильный промысловый пресс, средние размеры особей, как и средняя продолжительность жизни особей, будут снижаться. Популяция раков в оз. Соминское достаточно эффективно эксплуатируется рыбаками-любителями. Средние значения общей мгновенной смертности облавливаемой части популяции длиннопалого рака в оз. Соминское начиная с возраста 3 года и более колеблются в пределах 0,631–0,672 год⁻¹, что соответствует примерно 50%-ной смертности особей каждого возрастного класса [21].

Размножение в популяции длиннопалого рака в оз. Соминское происходит в конце октября. В это время температура воды оказывается несколько ниже 10 °С. Но температуру воды, равную 10 °С, нельзя считать определяющим фактором, включающим процессы размножения, поскольку спаривание может отмечаться и при несколько меньшей [22, 23] и большей температуре [24]. В обобщающей сводке по росту и размножению раков [25] также подчеркивается, что температуру как фактор, индуцирующий процессы размножения, следует рассматривать в связи с параллельным сокращением длительности светового дня. В то же время в работе [26] отмечается, что фотопериод не влияет на начало спаривания и откладку яиц.

В популяции раков в оз. Соминское через несколько дней (не более 2 недель) после того как самцы прикрепят сперматофоры у основания ходильных ног самок, последние приступают к откладке яиц.

В период спаривания активность самцов многократно возрастает и в уловах раколовки на одну самку может приходиться несколько десятков самцов. В частности, 30 октября 2010 г. на оз. Соминское в уловах соотношение самцов и самок было соответственно 47 : 1.

Отложенные на плеоподы яйца вынашиваются самкой в зависимости от мест обитания в течение 3–8 мес. В оз. Соминское этот период составляет 6,5 мес – начало ноября – конец мая. Длительность эмбрионального развития яиц определяется температурой. В холодной воде (<5–6 °С) развитие яиц останавливается (диапауза), не вызывая каких-то отрицательных последствий для яиц и не меняя выживаемость молоди, но эмбриональная диапауза не является внутренне присущим необходимым условием развития яиц [2]. Продолжительность эмбрионально-

го развития измеряется градусо-днями и может значительно различаться у разных исследователей. Так, отмечается, что для прохождения эмбрионального развития длиннопалому раку необходимо 808 градусо-дней [27]. Однако экспериментальная оценка влияния температуры на выживаемость и длительность инкубации яиц длиннопалого рака дает несколько другие цифры [24]. Цитируемые авторы содержали самок в бетонных бассейнах при температуре 10 °С, где и происходило спаривание и откладка яиц на плеоподы. Через 7 недель яйценосных самок пересаживали в условия с температурой 11,8; 16,0 и 20,0 °С. Зная температуру и длительность эксперимента, мы определили сумму градусо-дней, которая составила 1416, 1472 и 1420 для температурных условий 11,8; 16,0 и 20,0 °С соответственно. По другим данным [22], для прохождения инкубации необходимо 1289–1530 градусо-дней.

В оз. Соминское самки с яйцами на плеоподах начинают регистрироваться с длины тела 8,0 см. В турецком оз. Egirdir половозрелость наступает при длине самок около 8,0 см [23]. Для водоемов Волго-Ахтубинской поймы размеры половозрелых самок несколько выше – 8,1–9,0 см [28]. В обобщающей сводке по длиннопалому раку [22] отмечается, что половозрелость наступает на третий год при достижении длины 78–82 мм.

В условиях водоемов Белорусского Полесья только отдельные особи достигают половой зрелости в возрасте 2+ лет [6], в то время как в Турции в этом возрасте раки становятся все половозрелыми [29]. На третьем году жизни происходит половое созревание у длиннопалого рака и Волго-Ахтубинской поймы [30]. Эксперименты по длительному выращиванию раков в бетонном бассейне в центральной Беларуси показывают, что особи в возрасте 2+ и средних размерах $7,4 \pm 1,3$ см и массе $12,3 \pm 6,2$ г еще не достигают половой зрелости [31]. В Болгарии в условиях прудового карпового хозяйства самки длиннопалого рака достигают половой зрелости в возрасте 6–7 мес при средней массе 9,5 г и общей длине 7,0 см [32].

Плодовитость самок в оз. Соминское показана на рис. 3. Следует учитывать, что плодовитость, оцениваемая осенью во время откладки яиц, характеризует репродуктивный потенциал самок и их траты на размножение. Плодовитость (на плеоподах) перед выклевом личинок – пополнение популяции (рис. 3).

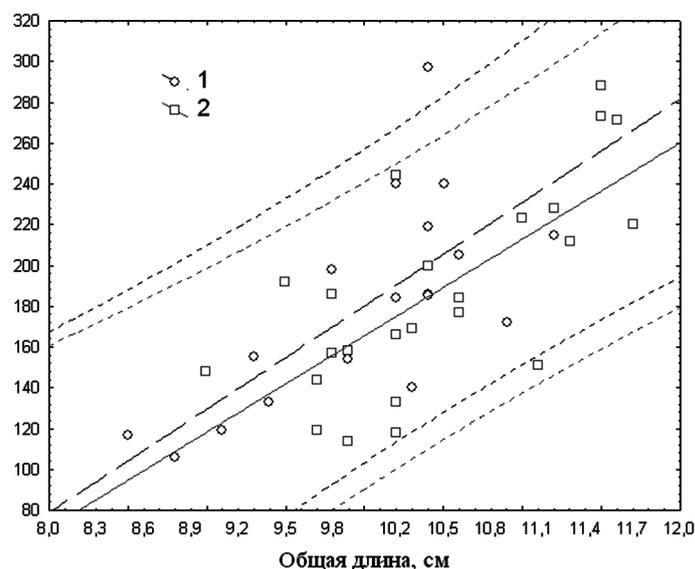


Рис. 3. Плодовитость самок в оз. Соминское: 1 – количество яиц сразу же после откладки яиц на плеоподы, 2 – количество яиц перед выходов личинок

Зависимость плодовитости на начальных этапах эмбрионального развития (E_{ov}) от общей длины самок (TL) описывается линейным уравнением:

$$E_{ov} = 50,69 TL - 326,69, r = 0,76; p = 0,0001. \quad (5)$$

Суммарная сырая масса яиц одной кладки изменялась от 1,74 до 4,0 г и в среднем составила $2,67 \pm 0,77$ г, сухая – от 0,52 до 1,1 г и в среднем была $0,79 \pm 0,21$ г. Средний диаметр яиц был равен $2,96 \pm 0,16$ мм. Средняя сухая масса недавно отложенного одного яйца была $4,54 \pm 0,62$ мг, она составляла $29,7 \pm 3,7$ % от сырой. Между массой одного яйца и массой самки не было статистически значимой зависимости.

Сырая масса одной самки изменялась от 16,1 до 31,4 г и в среднем была $24,65 \pm 4,62$ г, сухая масса – от 3,86 до 7,32 г и в среднем была $5,61 \pm 1,04$ г. Сухая масса самки составляла 22,8 % от сырой.

За время вынашивания яиц часть их теряется. Потери яиц происходят в результате межвидовой и внутривидовой конкуренции, хищничества, что приводит к прямым или опосредованным через механический отрыв потерям яиц.

Зависимость плодовитости перед выклевом личинок (E_{pl}) от общей длины самок (TL) описывается линейным уравнением:

$$E_{pl} = 47,50 TL - 309,31; r = 0,71; p = 0,0001. \quad (6)$$

Как видим из рис. 3, плодовитость в период откладки яиц и плодовитость перед выклевом личинок статистически не отличаются, поскольку 95%-ные доверительные интервалы рассеяния точек перекрываются. Прямая, описывающая зависимость количества яиц от длины самки в конце эмбрионального периода, проходит несколько ниже прямой зависимости овариальной плодовитости, но различия незначительные. Например, самка общей длиной 10,5 см имеет $E_{ov} = 205$ яиц, $E_{pl} = 189$ яиц. Плодовитость в конце эмбрионального периода меньше количества яиц в начале их откладки и может изменяться от 7 до 10 %. Потери яиц незначительно снижаются с увеличением размеров самок.

Потери яиц в зависимости от длительности их вынашивания у разных популяций длиннопалого рака могут составлять 21–71 % [33], в частности, для относительно недалеко отстоящего оз. Олтуш из Полесского региона потери яиц определены в 20 %. Для объяснения отличий отметим, что плодовитость самок в оз. Соминское оценивалась по количеству только что отложенных яиц на плеоподы самки. Но овариальную плодовитость можно определять и по количеству ооцитов в яичнике самки непосредственно перед их откладкой на плеоподы, очевидно, в этом случае овариальная плодовитость будет выше.

Я. М. Цукерзис [14] описал процесс откладки яиц, который происходит в ночное время суток и продолжается 2–3 ч. Процесс сопряжен с оплодотворением и прикреплением яиц к плеоподам самки. В этот период возможны потери яиц. Для длиннопалого рака Волго-Ахтубинской поймы они в среднем составили 23,0 %, а к моменту выхода личинок потери яиц увеличиваются до 33,2 % [30]. По другим данным [34], потери яиц в момент их откладки на плеоподы составляют 14,1 %, общие же потери за период эмбрионального развития в среднем равны 35,3 % [35].

Отметим еще одну причину, в результате которой могут быть расхождения между количеством ооцитов в яичнике и яиц на плеоподах. Подсчет ооцитов в яичниках самки может быть неточным, поскольку после откладки яиц, в полости яичника самок остаются мелкие ооциты начальных стадий развития [14], которые отчасти могли быть причислены к полноценным будущим яйцам во время подсчета ооцитов. В период вынашивания яиц их потери отмечаются также в результате хищничества со стороны рыб [2], нарушений эмбрионального развития, обрастания яиц и гибели эмбрионов.

У *Austropotamobius pallipes* в оз. Белом (Ирландия) различия в количестве ооцитов в яичниках и яиц на плеоподах самки составили 30 %, но у самок в яичниках сразу же после откладки яиц на плеоподы оставалось не больше 2 % яиц [25]. Это обстоятельство позволяет утверждать, что основные потери яиц происходят во время их прикрепления к плеоподам самки. Такие факторы, как резорбция остатков яиц и процессы, связанные с оплодотворением, вносят небольшой процент в потери, а основной фактор, приводящий к большим потерям яиц – это прикрепление последних к плеоподам самки для дальнейшего их вынашивания в течение длительного периода [25]. В целом же у речных раков доля вылупившихся ювенильных особей от количества яиц на плеоподах самки колеблется в широких пределах и в среднем составляет 50 % [25].

Полученные данные (см. рис. 3) показывают, что в оз. Соминское вынашивание яиц самками протекает в благоприятных условиях и не сопряжено со значительными потерями яиц.

По данным иранских исследователей [36], потери яиц у длиннопалого рака за время эмбрионального развития в разных водоемах могут составлять 19–37 % и даже для одного водоема в разные годы колебаться от 21 до 37 %.

Для отдельных популяций возможно как снижение потерь яиц с увеличением размеров самок, так и увеличение потерь [33]. В целом чаще всего потери яиц за период вынашивания составляют 20–30 % от количества ооцитов в яичнике.

Низкие потери яиц в период эмбриогенеза в популяции оз. Соминское дают основание утверждать, что в озере благоприятные условия для вынашивания яиц самками – наличие в достаточном количестве укрытий, низкая численность потенциальных хищников, хорошее качество воды. Как следствие, популяция раков характеризуется высоким ежегодным пополнением.

Заключение. Продолжительность жизни особей длиннопалого рака в оз. Соминское составляет 6 лет, к этому возрасту раки достигают в среднем длины 13 см. Теоретически максимальная продолжительность жизни раков близка к 9 годам. Различия между наблюдаемой и максимальной продолжительностью жизни объясняются интенсивным любительским промыслом. Плодовитость самок изменяется от 100 до 260 яиц. Средний диаметр свежееотложенного яйца равен $2,96 \pm 0,16$ мм, сухая масса – $4,54 \pm 0,62$ мг. Сухая масса яиц составила $29,7 \pm 3,7$ % сырой. Между массой одного яйца и массой самки нет статистически значимой зависимости. Все самки становятся половозрелыми в возрасте 3 года. Условия обитания популяции длиннопалого рака в оз. Соминское можно характеризовать как благоприятные.

Литература

1. Holdich D. M. // Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture. 2002. Vol. 367. P. 611–650.
2. Skurdal J. & Taugbol T. // Biology of freshwater Crayfish. Blackwell Science Ltd. Oxford, 2002. P. 467–510.
3. Machino Y. & Holdich D. M. // Freshwater Crayfish. 2006. Vol. 15. P. 292–323.
4. Алехнович А. В. // Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень 2010 г. Мн., 2011. С. 287–289.
5. Алехнович А. В. // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. 2009. №4. С. 102–110.
6. Алехнович А. В., Кулеш В. Ф., Бакулин А. М. // Весці НАН Беларусі Сер. біял. навук. 2004. №4. С. 22–31.
7. Алехнович А. В., Кулеш В. Ф. // Природные ресурсы. 2005. №3. С. 29–37.
8. Harlioglu M. M. // Aquacultu. Int. 2008. Vol. 16. P. 351–360.
9. Aydin H., Harlioglu M. M. and Deniz T. // African J. Agricultural Research. 2012. Vol. 7, N16. P. 2463–2468.
10. Румянцев В. Д. // Речные раки Волго-Каспия (биология и промысел). М., 1974. С. 28–32.
11. Edsman L. // Freshwater Crayfish. 1996. Vol. 11. P. 395–402.
12. Алехнович А. В., Углянец А. А. // Экол. вестн. 2012. №4 (22). С. 104–111.
13. Нефедов В. Н. // Сб. науч. тр. Государственного науч.-исслед. ин-та озерного и речного рыбного хозяйства. Л., 1982. Вып. 184. С. 105–113.
14. Цукерзис Я. М. // Речные раки. Вильнюс, 1989. С. 39–94.
15. Черкашина Н. Я. // Зоол. журн. 1977. Т. LVI. Вып. 5. С. 704–708.
16. Hesni M. A., Shabanipour N., Zahmatkesh A. and Toutouni M. M. // Crustaceana. 2009. Vol. 82, N 12. P. 1495–1507.
17. Henttonen P., Huner J. V., Lindqvist O. V. et al. // Freshwater Crayfish. 1993. Vol. 9. P. 426–441.
18. Штейнфельд А. Л. // Тр. Бел. отд. Всесоюз. н.-и. ин-та озерного и речного рыбного хозяйства. Мн., 1957. Т. 1. С. 118–137.
19. Karimpour M., Harlioglu M. M., Aksu O. // Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst. 2011. Vol. 401, 18p. DOI: 10.1051/kmae/2011032.
20. Нефедов В. Н. // Тр. Волгоград. отд. ГосНИОРХ. Волгоград, 1974. Т. VIII. С. 300–303.
21. Алехнович А. В. // Докл. НАН Беларусі. 2012. №5. С. 82–86.
22. Koksai G. // Freshwater crayfish: biology, management and exploitation. London: Chapman and Hall, 1988. P. 365–400.
23. Balik I., Cubuk H., Ozkok R., Uysal R. // Turk. J. Zool. 2005. Vol. 29. P. 295–300.
24. Aydin H., Dilek K. // Turk. J. Fisher. and Aquatic Sci. 2004. Vol. 4. P. 75–79.
25. Reynolds J. D. // Biology of freshwater Crayfish. Oxford: Blackwell Science Ltd., 2002. P. 152–191.
26. Harlioglu M. M., Duran T. C. // Aquacult. Int. 2009. DOI 10.1007/s10499-009-9305-z.
27. Alexandrova E. // Freshwater Crayfish. 1999. Vol. 12. P. 563–572.
28. Нефедов В. Н. // Сб. науч. тр. Гос. н.-и. Ин-та озерного и речного рыбного хозяйства Росрыбхоза. Л., 1989. Вып. 300. С. 56–73.
29. Aydin H. // J. Anim. Vet. Adv. 2010. Vol.9, N 12. P. 1720–1723.
30. Нефедов В. Н. // Тр. Волгоград. отд. ГосНИОРХ. Волгоград, 1974. Т. VIII. С. 68–78.

31. *Алехнович А. В., Никифоров М. Е.* // Весті НАН Беларусі. Сер. біял. навук. 2013. №4. С. 99–103.
32. *Hubenova T. A., Vasileva P. L., Zaikov A. N.* // Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation. International Journal of the Bioflux Society. 2009. N 2. P. 261–270.
33. *Alekhnovich A. V., Kulesh V. F.* // Freshwater crayfish. 1997. Vol.11. P. 339–347.
34. *Бродский С. Я.* Речные раки (Astacidae) Украинской ССР, их биология и промысел: Автореф. дис.....канд.биол. наук. Киев, 1954.
35. *Бродский С. Я.* // Фауна Украины. Киев, 1981. Т. 26. Вып. 3. С. 24–41.
36. *Mirheydari S-M., Matinfar A., Soltani M. et al.* // World Journal of Fish and Marine Sciences. 2013. Vol. 5, N 3. P. 296–301.

A. V. ALEKHNOVICH

LIFESPAN, GROWTH AND FECUNDITY OF NARROW-CLAWED CRAYFISH *ASTACUS LEPTODACTYLUS* IN SOMINSKOE LAKE

Summary

Lifespan of narrow-clawed crayfish individuals in Somenskoe Lake is 6 years, the individuals reach 13 cm length by the end of this period. Theoretical maximum lifespan of crayfish individuals is around 9 years. The difference between the theoretical maximum lifespan and the current lifespan of narrow-clawed crayfish in the lake is due to intense amateur fishing. Female fecundity varies from 100 to 260 eggs. The average diameter of recently laid egg is $2,96 \pm 0,16$ mm, dry weight – $4,54 \pm 0,62$ mg. Dry egg weight is $29,7 \pm 3,7$ % of raw. There is no statistical dependency between the mass of a single egg and female individual mass. Fecundity at the end of the embryonic period is less than the number of eggs in their early laying by 7–10 %. All females become mature at the age of 3. Habitat of Sominskoe lake can be characterized as favorable for narrow-clawed crayfish populations.