

УДК 595.384.16

А. В. АЛЕХНОВИЧ

**ЧАСТОТА ЛИНЕК И МЕЖЛИНОЧНЫЙ РОСТ ДЛИННОПАЛОГО РАКА *ASTACUS LEPTODACTYLUS***

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

*(Поступила в редакцию 05.05.2014)*

**Введение.** Длиннопалый рак – ценный промысловый вид, широко распространен в Европе и сопредельных странах: Турции, Армении, Грузии, Азербайджане, Иране, Туркмении, Казахстане [1, 2].

Длиннопалый рак *Astacus (Pontostacus) leptodactylus* Eschscholtz рассматривается как комплексный вид, высокая изменчивость особей которого дает основание исследователям выделять подвиды, виды или даже роды в рамках этого комплекса [3]. Однако предложенная ревизия вида проведена без использования современных молекулярно-генетических методов и не всеми исследователями была принята [4, 5].

Рост – важнейшая биологическая характеристика. Длиннопалый рак – промысловый вид и оценка характера и скорости его роста необходима, прежде всего, для планирования рационального промысла. Рост у раков является результатом двух фундаментальных компонент: линьки и увеличения размеров особи после линьки. Следовательно, скорость роста определяется частотой линек и приростом за линьку. Изменения в скорости роста могут определяться вариативностью обеих составляющих компонент или только одной из них [6].

Во время линьки раки сбрасывают старые хитиновые покровы, что позволяет им увеличить размеры, обеспечивая рост и развитие особи. Частота линек, равно как и прирост за линьку, зависит от возраста, пола особи и условий обитания раков, т. е. от множества внешних факторов и состояния самой особи. Поэтому рост раков характеризуется чрезвычайно высокой вариативностью [7], размеры особей отдельных годовых классов могут перекрываться [8].

У длиннопалого рака, как и у других десятиногих раков, частота линек варьирует в широких пределах. Основные факторы, определяющие частоту линек – температура, обеспеченность пищей, плотность популяции [9]. В благоприятных температурных границах с ее увеличением сокращается продолжительность межлиночного периода и соответственно увеличивается число линек [10]. Количество линек максимально у молоди на первом году жизни и закономерно снижается с возрастом и достижением половой зрелости [11]. У десятиногих раков частота линек снижается, а длительность межлиночного периода увеличивается с увеличением размеров и массы особей [12].

Цель работы – определение количества линек и линейных приростов за линьку у длиннопалого рака в условиях Беларуси.

В работе обобщены литературные и собственные данные по частоте линек и увеличению размеров особей за линьку.

**Материал и методы исследования.** Количество линек у длиннопалого рака в водоемах Беларуси определялось на основе регистрации встречаемости перелинявших особей в течение вегетационного периода во время полевых работ на водоемах Беларуси. Собственные данные по линькам раков были дополнены литературными данными.

Рост половозрелых особей длиннопалого рака изучался в экспериментальных условиях в прудах в рыбхозах Беларуси. Раков известной средней длины запускали в пруды в начале вегетационного периода (май–июнь) и отлавливали в конце сентября – октябре. По изменению средних размеров особей судили о приросте за вегетационный период и, определив количество линек у раков на основе полевых работ, оценивали прирост за линьку.

В 1996 г. рост раков изучался в двух прудах рыбхоза «Озерный» Брестской области. Площадь каждого пруда 0,3 га. Раки возраста 3–4 года были отловлены в оз. Бездонное (Гродненская обл.) и 14 июня 1996 г. посажены в пруд. Начальная плотность посадки 0,1 экз/м<sup>2</sup>. Период роста продолжался до 11 сентября и составил 89 сут. В 2004 г. работы велись в рыбхозе Селец отделения «Белозерское» Брестской области, расположенном на водоеме-охладителе Березовской ГРЭС. В начале вегетационного сезона (10 июня) в пруд №35 (0,2 га) были помещены 18 самок в возрасте 4–5 лет, 56 самок и 52 самца в возрасте 3 года. В пруд №М2 13 июня поместили 98 самок и 119 самцов возраста 3–4 года. Начальная плотность посадки в обоих прудах составила 0,01 экз/м<sup>2</sup>. Пруды были обловлены 4 и 6 октября. Период роста раков в пруду 35 и М2 составили 117 и 112 сут. В 2011 г. рост раков изучался в рыбопитомнике «Шеметово» ГПУ «НП «Нарочанский». Раков отловили в период с 27 по 30 мая из оз. Соминское Брестской области и поместили в пруд №8 площадью 0,08 га рыбопитомника. Возраст раков 4 года, плотность посадки 0,2 экз/м<sup>2</sup>. Спуск пруда, отлов и промеры раков были проведены 17 октября. Период наблюдений составил 140 сут.

Увеличение длины особей за линьку в процентах к длине особи до линьки (РМІ) определялось как:

$$PMI = 100 (TL_1 - TL_0) / TL_0, \quad (1)$$

где  $TL_1$  – общая длина рака после линьки;  $TL_0$  – до линьки.

Раков измеряли от острия рострума до конца тельсона (TL).

**Результаты и их обсуждение.** *Количество линек.* Все доступные данные по количеству линек в зависимости от возраста длиннопалого рака представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. **Количество линек у длиннопалого рака в разных местах обитания**

Регион	Возраст, год						Библиографическая ссылка
	1	2	3	4	5	6	
Дельта Волги	≥ 7						[13]
Ростовская обл., пруды	9						[14]
р. Дон	5–8	5	3	2	2–1	2–1	[14]
Северо-Запад России	7	5	4	2	2/1*	1–2/1	[15]
Каховское водохранилище, бассейн Днестра			2–3	2	2		[16]
Днестровский лиман			2–3	2	2		[16]
Турция, водоемы	8–9			2	2/1	2/1	[17]
Беларусь, озера, водохранилища			2	2	2		Собственные данные

\* Косая черта разделяет количество линек у самцов и самок

Таким образом, особи длиннопалого рака на первом году жизни линяют 7–9, втором – 4–5, третьем – 2–4, четвертом – 2, пятом – 2 и шестом – 1–2 раза. В северных районах молодь линяет меньшее количество раз. Различия в количестве линек в зависимости от мест обитания у половозрелых особей сглаживаются.

По нашим многолетним наблюдениям, в водоемах северной части Беларуси самцы в возрасте трех лет и более начинают линять с середины июня. Линька у самок происходит позже на 7–10 дней, поскольку в начале июня самки еще несут яйца на плеоподах и могут линять только после того как вышедшие из яиц личинки покинут самку. Таким образом, у длиннопалого рака водоемов северной части страны первая линька отмечается с середины июня до начала июля. Вторая линька у половозрелых самцов и самок начинается во второй половине августа и заканчивается в конце месяца. Вторая линька проходит достаточно дружно и синхронно у самцов и самок.

В водоемах юга страны линька у длиннопалого рака начинается в конце мая и растягивается до начала июля. Первыми начинают линять самцы. Вторая линька отмечается с конца августа по 20-е числа сентября.

Таким образом, половозрелые особи длиннопалого рака в водоемах Беларуси линяют два раза за вегетационный период. Первая массовая линька отмечается в июне, вторая линька – во второй половине августа – первой половине сентября. При этом линьки в водоемах севера страны в Поозерье проходят в более сжатые сроки по сравнению с водоемами юга страны в Полесском регионе.

Для линьки раки находят хорошо защищенные убежища и практически не встречаются в уловах раколовков. В это время поиск раков в водоеме с использованием снаряжения для подводного плавания также значительно менее эффективен по сравнению с периодом, когда раки находятся на межлиночной стадии. В целом во время массовых линек особей создается впечатление, что раки исчезают из водоема.

Поскольку частота линек определяется множеством факторов среды обитания, которые не остаются постоянными из года в год, то наступление периода массовых линек может смещаться как на более ранние, так и на более поздние сроки в течение вегетационного периода.

Для водоемов Украины С. Я. Бродский [16, стр. 36] приводит данные по срокам линьки длиннопалого рака в течение вегетационного периода с 1965 по 1974 гг. В Каховском водохранилище Украины первая линька у самцов отмечается в мае – начале июня, у самок – в июне, вторая линька как у самцов, так и у самок – в сентябре [16]. Схожая картина массовой линьки особей отмечается и для Днестровского лимана [16]. Различия по времени наступления первой линьки в зависимости от года могут составить один месяц. Эти различия отмечаются как для самцов, так и самок, вторая же линька половозрелых особей вне зависимости от года и пола протекает в достаточно постоянном временном интервале – с конца августа и до конца сентября. В теплые годы линьки более растянуты и возможны три линьки в течение вегетационного периода, в холодные годы линьки протекают в более сжатые сроки [16].

В водоемах Турции первая линька у взрослых самцов отмечается в конце апреля – середине мая (при температуре 18–23 °С), вторая – в конце августа – середине сентября (температура 18–24 °С) [17]. В низовьях Волги взрослые раки линяют два раза за вегетационный период [7]. Линьки начинают регистрироваться при температуре 17–19 °С. При низких значениях температуры линьки обычно растянуты во времени. С повышением температуры до 22–26 °С линьки проходят более дружно [7, 14], но С. Я. Бродский [16] отмечает, что в водоемах Украины высокие значения температуры увеличивают период линек.

Экспериментальным путем показано, что линьки у раков возможны в температурном интервале выше 10–11 °С [18] и до 34,0 °С [13]. Наибольшая частота линек отмечается при температуре 25 °С, в то время как при температуре 30 °С частота линек сокращается и одновременно отмечается повышенная смертность. При 15 °С смертность не отмечалась, но частота линек была очень низкой [19, 20].

Полученные данные по количеству линек у длиннопалого рака вполне сопоставимы с таковыми для других видов раков. Так, количество линек у широкопалого рака *Astacus astacus* в первые три года жизни такое же, как и у длиннопалого. Различия отмечаются для четвертого года жизни: у длиннопалого рака возможны три линьки, у широкопалого – только две, начиная с пятого года жизни самки широкопалого рака линяют только один раз, с шестого – седьмого года жизни один раз линяют и самцы широкопалого рака [21]. У белоклешневого рака *Austropotamobius palpeus* количество линек с 7 у сеголетков снижается до 4 у годовиков и далее до 2 у двух- и трехлетних особей. Далее, в период половой зрелости в возрасте 4–6 лет самцы и самки, как правило, линяют один раз в год [9]. Самцы и самки сигнального рака *Pacifastacus leniusculus* длиной меньше 80–84 мм TL в небольшом финском озере линяют дважды в год, больше этой длины – преимущественно только один раз, однако эта схема избыточна исключениями [22]. Перелинявшие половозрелые особи сигнального рака регистрируются в июне-июле и августе-сентябре. Самки линяют только после того как закончится период вынашивания яиц. В холодные годы линька у самок может происходить в конце июля и в таком случае вторая линька у них уже отсутствует [22].

Таким образом, в водоемах умеренных широт половозрелые особи речных раков характеризуются примерно одинаковой частотой (две линьки) и сроками линек (июнь–начало июля и август–сентябрь). В сравнении с другими видами у длиннопалого рака отмечаются только различия в сроках протекания линек. Первая линька в зависимости от места обитания может сдвигаться на май или даже апрель и характеризуется большей растянутостью по сравнению со второй.

*Увеличение размеров особей после линьки.* У длиннопалого рака после выклева из яйца личинка на стадии I имеет морфологические отличия от взрослой особи, после линьки она переходит на стадию II, которая, за исключением строения тельсона, уже похожа на взрослую особь и после следующей линьки на стадии III молодой рачок имеет полное сходство со взрослой особью [17]. Поэтому прирост длины тела до стадии III у длиннопалого рака, как и у других видов этого семейства, будет качественно отличаться от последующих стадий. На стадии I и II развития раков происходит не только рост, но и морфологические изменения. Для систематизации данных об увеличении линейных размеров раков за линьку целесообразно исключить первые две стадии роста у раков семейства Astacidae.

Поскольку на первом году жизни молодь линяет наиболее часто и прирост за линьку, выраженный в процентах к длине до линьки, имеет максимальные значения, целесообразно рассмотреть рост молоди отдельно от роста старших возрастных групп и в качестве сравнения привести данные для других видов речных раков (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Увеличение размеров особи за линьку у молоди речных раков, начиная со стадии III, %

Вид	Стадия								Библиографическая ссылка
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
<i>A. lepodactylus</i>	61,7	33,9	28,9						[17]
<i>A. lepodactylus</i>	Средний прирост 11,3								[13]
<i>A. astacus</i>	16–19	10–14			10–16				[23]
<i>Pacifastacus leniusculus</i>	14,9	11,8	12,2	13,1	11,1				[10]

Прирост за линьку у молоди раков семейства Astacidae в большинстве случаев колеблется в границах 10–14 %. Только данные [17] в этом отношении значительно выделяются. Так, линейные размеры молоди после линьки и переходе на стадию III увеличиваются в 1,6 раза, при этом масса особи должна увеличиться за линьку более чем в 4 раза, что кажется маловероятным. В целом же прирост за линьку у длиннопалого рака характеризуется высокой вариабельностью, которая к тому же увеличивается с каждой последующей линькой [13].

Представленные в табл. 2 данные позволяют принять средний прирост за линьку у молоди длиннопалого рака, начиная со стадии III и выше, равным 11,3 %, как это определено в работе Е. В. Колмыкова [13]. В ряду последовательных линек у молоди на первом году жизни нет статистически значимого снижения процента приростов за линьку.

Для сравнения у молоди широкопалого рака *A. astacus* среднее увеличение между линьками длины тела, начиная со стадии III и больше, было около 11,0 % [23], у сигнального *P. leniusculus* 12,6 % [10]. У рассматриваемых видов отмечается схожий характер роста особей на первом году жизни.

Прирост за линьку у длиннопалого рака в возрасте 2 лет и более в ерике Кривантий дельты Волги, по данным В. Д. Румянцева [7], колебался в широких пределах и не зависел от размеров раков. Так, у раков длиной 10–14 см прирост за линьку изменялся у самцов от 0,5 до 1,5 см, у самок – от 0,3 до 1,4 см. Средний прирост за линьку составил  $1,01 \pm 0,98$  см у самцов и 0,8 см у самок. Максимальный прирост отмечен у особей длиной 10–11 см. Расчетное среднее увеличение длины особей за линьку составило  $8,67 \pm 1,61$  %.

Половозрелые особи длиннопалого рака в водоемах Ростовской области независимо от размеров особей увеличивают свою длину на 5 мм за линьку [14], что будет соответствовать PMI 5,5–4,5 %.

В экспериментальных прудах на нижней Волге за июнь–сентябрь прирост у самок длиной 9,2–14,3 см колебался от 0,9 до 2,8 см. В данном регионе возрастная структура соотносится

с размерами раков следующим образом: второй год – 10,5 , третий год – 12,8 , четвертый год – 14,3 см [24]. С учетом предполагаемого количества линек в зависимости от возраста (табл. 1) средний прирост за линьку составит у раков в возрасте двух лет –  $5,79 \pm 1,50$  %, трех лет –  $3,87 \pm 0,77$  %, четырех лет –  $4,49 \pm 1,10$  %.

По нашим данным, в двух экспериментальных прудах в рыбхозе «Озерный» с естественным температурным режимом самцы с начальной длиной  $8,5 \pm 0,6$  см за вегетационный период увеличили свою длину до  $9,9 \pm 1,0$  см, самки – от  $8,4 \pm 0,6$  см до  $10,0 \pm 0,7$  см. Размеры раков в данном эксперименте позволяют отнести их к смешанной 3–4-летней группе. Согласно табл. 1, особи в этих возрастных группах линяют 2 раза за вегетационный период. В таком случае средний линейный прирост за одну линьку составит  $8,9 \pm 0,9$  % от длины особи до линьки. В пруду рыбопитомника «Шеметово» самки длиннопалого рака с начальной средней длиной  $10,3 \pm 0,8$  см и возраста 4 года за вегетационный период увеличили свои размеры до  $11,0 \pm 0,7$  см, т. е. приросли на 0,7 см. Количество линек у самок за сезон будет равно 2 (см. табл. 1). Прирост за линьку составит 3,3 % от первоначальной длины особи.

По другим нашим данным, в тепловодных прудах на водоеме-охладителе Березовской ГРЭС раки на пятом году жизни имели начальные размеры 11,1 см и за вегетационный период приросли на 1,4 см. Приняв количество линек равным 2, получим прирост за линьку, равный 6,3 % от первоначальной длины особи. Средняя длина четырехлетних особей в прудах на теплых водах была 8,0–8,3 см. Прирост за сезон составил 2,0–2,4 см. Как и для пятилетних особей, примем количество линек у четырехлетних особей равным 2. В таком случае средний прирост длины тела составит  $12,90 \pm 1,02$  % от длины особей в начале периода выращивания.

Таким образом, у длиннопалого рака средний прирост за линьку у половозрелых особей, выраженный в процентах от длины особи до линьки, колеблется в очень широких пределах, и значения этой величины перекрываются у раков из разных мест обитания. Также нет корреляционной связи между возрастом раков и приростом за линьку ( $r = 0,1913$ ,  $p = 0,6501$ ). Это дает основание объединить все данные по росту.

Средний прирост за линьку у длиннопалого рака в возрасте трех лет и более составил  $8,19 \pm 3,27$  %. Широкая вариабельность приростов указывает на зависимость этого показателя от многих причин, среди которых основными, очевидно, будут следующие: обеспеченность пищей и ее качество, температура, плотность популяции.

В целом есть основание утверждать, что в течение вегетационного периода для особей одной возрастной группы РМІ незакономерно колеблется и не зависит от размеров особей. При межгодовом сравнении в некоторых случаях отмечается снижение прироста (в % к первоначальной длине) с увеличением возраста раков.

Снижение прироста с увеличением размеров раков отмечается и у других видов. Так, у широкопалого рака оз. Стеинсфиорд в размерном диапазоне TL 60–110 мм процент прироста у самцов снижается с 13,8 до 8,8 %, у самок – с 13,5 до 6,6 % [25]. У сигнального рака в финском озере прирост за линьку снижается с 15 % у самцов длиной 80 мм до 12 % у самцов 101 мм. Самки снижают прирост за линьку с 12 % у особей длиной 77 мм до 3 % у 122 мм особей [22].

Высокая вариабельность межлиночных приростов у длиннопалого рака не позволяет провести сравнения приростов у разных видов речных раков умеренных широт и выделить по этому критерию наиболее быстрорастущих.

Таким образом, на начальных этапах онтогенеза средний линейный прирост у длиннопалого рака составляет 11,3 % от размеров особи до линьки. У половозрелых особей прирост снижается до  $8,19 \pm 3,27$  %.

**Заключение.** Анализ роста с использованием показателя линейного прироста за линьку предлагается применять к молоди со стадии III, поскольку стадии I и II морфологически отличаются от взрослых особей и характеризуются большим процентом прироста за линьку. На первом году жизни средний линейный прирост у длиннопалого рака составляет 11,3 %. У половозрелых особей прирост за линьку снижается до  $8,19 \pm 3,27$  %. Прирост за линьку, выраженный в процентах к длине до линьки, характеризуется высокой вариабельностью.

Половозрелые особи длиннопалого рака в условиях Беларуси линяют два раза за вегетационный период.

## Литература

1. Skurdal J. & Taugbol T. // Biology of Freshwater Crayfish. Oxford, 2002. P. 467–510.
2. Machino Y. & Holdich D.M. // Freshwater Crayfish. 2006. Vol. 15. P. 292–323.
3. Starobogatov Ya. I. // Arthropoda Selecta. 1995. Vol. 4, N3/4. P. 3–25.
4. Holdich D.M., Haffner P., Noel P. et al. // Atlas of crayfish in Europe. Paris, 2006. P. 49–129.
5. Gherardi F. & Souty-Grosset C. // IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 June 2012.
6. Turvey P. and Merrick J.R. // Proceedings of The Linnean Society of New South Wales. 1997. Vol. 118. P. 187–204.
7. Румянцев В.Д. // Речные раки Волго-Каспия (биология и промысел). М., 1974. С. 34–36.
8. Edsman L. // Freshwater Crayfish 1996. Vol. 11. P. 395–402.
9. Lowery R.S. // Freshwater crayfish: Biology, Management and Exploitation. London, 1988. P. 83–113.
10. Kozak P., Buric M., Kanta J. et al. // Czeah J. Anim. Sci. 2009. Vol. 54, N6. P. 286–292.
11. Reynolds J.D. // Biology of freshwater Crayfish. Oxford, 2002. P. 152–191.
12. Хмелева Н.Н., Голубев А.П. // Продукция кормовых и промысловых ракообразных. Мн., 1984. С. 61–64.
13. Колмыков Е.В. Биологические основы регулирования численности речных раков (*Pontastacus*) дельты Волги: Автореф. дис. ... канд.биол. наук. Астрахань, 2001.
14. Черкашина Н.Я. // Динамика популяций раков родов *Pontastacus Caspiastacus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae) и пути их увеличения. М., 2002. С. 95.
15. Будников К.Н., Третьяков Ф.Ф. // Речные раки и их промысел. М., 1952. С. 39.
16. Бродский С.Я. // Фауна Украины. Т. 26. Вып. 3. Речные раки. Киев, 1981. С. 36.
17. Koksal G. // Freshwater crayfish: biology, management and exploitation. London, 1988. P. 365–400.
18. Henttonen P., Huner J.V., Lindqvist O.V. et al. // Freshwater Crayfish. 1993. Vol. 9. P. 426–441.
19. Harlioğlu M.M., Duran T.C. // Aquacult.Int. 2009. DOI 10.1007/s10499-009-9305-z.
20. Hesni M.A., Shabanipour N., Zahmatkesh A. and Toutouni M.M. // Crustaceana. 2009. Vol. 82, N 12. P. 1495–1507.
21. Цукерзис Я.М. // Речные раки. Вильнюс, 1989. С. 54–55.
22. Westman K., Savolainen R. // Boreal Env.Res. 2002. Vol. 7. P. 53–61.
23. Ackefors H., Gydemo R. & Keyser P. // Freshwater Crayfish 1995. Vol. 10. P. 396–409.
24. Нефедов В.Н., Колесникова Г.В. // Сб. науч. тр. Гос. науч.-исслед. ин-та озерного и речного рыбного хозяйства. Л., 1984. Вып. 215. С. 76–104.
25. Skurdal J. & Qvenild T. // Freshwater Crayfish. 1986. Vol. 6. P. 182–186.

A. V. ALEKHNOVICH

### MOLT FREQUENCY AND INTERMOLT GROWTH OF NARROW CLAWED CRAYFISH *ASTACUS LEPTODACTYLUS*

#### Summary

Narrow clawed crayfish juvenile experiences 7–9 molts during its first year period. The number of molts is gradually reduced in subsequent years: at the age of 6 it is two molts for male and one for female. Percentage molt increment is characterized by high dispersion. Narrow clawed crayfish youth increase their linear size on 11,3 %, mature individuals – on average 8,19±3,27 % during one molt.