

ISSN 1029-8940 (Print)

ISSN 2524-230X (Online)

УДК 595.384.16:591.9(282.247.28)

<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2023-68-2-147-153>

Поступила в редакцию 10.10.2022

Received 10.10.2022

А. В. Алехнович

Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам, Минск, Республика Беларусь

ПЛОДОВИТОСТЬ ДЛИННОПАЛОГО РАКА *PONTASTACUS LEPTODACTYLUS* В ВОДОЕМАХ БЕЛАРУСИ

Аннотация. Оценены овариальная плодовитость и плодовитость перед выклевом личинок длиннопалого рака в озерах и водохранилищах Беларуси. За исключением оз. Кичино, для всех остальных водных объектов показатели плодовитости самок перед выклевом личинок в зависимости от длины статистически не различались. Наибольшие потери яиц отмечены в период нереста, т. е. откладки яиц, их оплодотворения и прикрепления к плеоподам самки. За этот короткий период (2–3 ч) смертность яиц у самок 120 мм TL составляла 30 %, у мелких самок она снижалась, у крупных увеличивалась. За период вынашивания кладки смертность яиц составляла в среднем 8 %. Общие потери яиц за период вынашивания кладки – от 4 % у самок 80 мм TL, впервые участвующих в размножении, до 45 % у самок 160 мм TL.

Ключевые слова: длиннопалый рак, плодовитость овариальная и перед выклевом личинок, водоемы Беларуси

Для цитирования: Алехнович, А. В. Плодовитость длиннопалого рака *Pontastacus leptodactylus* в водоемах Беларуси / А. В. Алехнович // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. биол. наук. – 2023. – Т. 68, № 2. – С. 147–153. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2023-68-2-147-153>

Anatoly V. Alekhovich

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources,
Minsk, Republic of Belarus*

FECUNDITY OF THE NARROW-CLAWED CRAYFISH *PONTASTACUS LEPTODACTYLUS* IN THE WATER BODIES OF BELARUS

Abstract. Pre-larvae hatching fecundity and ovarian fecundity of narrow-clawed crayfish populations were estimated in the lakes and reservoirs of Belarus. Statistically significant differences in the fecundity of females from various water bodies were noted only for Lake Kichino. For all other water bodies, the fecundity dependence on the length of females did not differ statistically and was described by one equation. The greatest loss of eggs was noted during the spawning period (oviposition), insemination and attachment to pleopods of the female. During this short period (2–3 hours), egg mortality of females 120 mm TL is 30 %, it decreases for small females and increases for large ones. During the gestation period, egg mortality averages 8 %.

Keywords: narrow-clawed crayfish, pre-larvae hatching fecundity and ovarian fecundity, water bodies of Belarus

For citation: Alekhovich A. V. Fecundity of the narrow-clawed crayfish *Pontastacus leptodactylus* in the water bodies of Belarus. *Vesti Natsyynal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2023, vol. 68, no. 2, pp. 147–153 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2023-68-2-147-153>

Введение. Численность популяций определяется соотношением таких показателей, как пополнение популяций и смертность особей. Пополнение оценивается по плодовитости особей. Плодовитость длиннопалого рака может измеряться количеством яиц в яичниках или на плеоподах самки. Плодовитость, оцениваемая по количеству яиц в яичниках самки непосредственно перед откладкой яиц на плеоподы, дает представление о тратах энергии на размножение, а плодовитость, оцениваемая по количеству яиц на плеоподах самки в весенний период, перед выходом личинок, – о величине пополнения популяций молодь.

Вынашивание яиц на плеоподах самки у речных раков продолжается 3–7 мес. В течение этого периода часть яиц по разным причинам теряется, погибает. Плодовитость перед выклевом личинок более вариабельна и ниже, чем количество яиц в яичниках. Эту особенность следует учитывать при оценке ежегодного пополнения популяций длиннопалого рака, особенно промыслового вида.

У длиннопалого рака, как и у других видов речных раков, развита забота о потомстве. В период эмбрионального развития яйца прикреплены к плеоподам самки и находятся под ее защитой, поэтому у раков между плодовитостью и количеством молоди наблюдается прямое соответствие [1, 2].

Условия обитания раков отражаются на плодовитости самок. На эндогенные факторы (размеры особей, возраст созревания, плодовитость) накладывается влияние внешних факторов (обеспеченность пищей, наличие хищников, внутри- и межвидовая конкуренция). Раки эврифаги, и теоретически обеспеченность пищей может и не быть определяющим фактором. В таком случае можно ожидать, что плодовитость будет достаточно стабильным показателем для больших географических зон.

Плодовитость, определяемую по количеству яиц в яичниках, принято называть овариальной (E_{ov}), плодовитость перед выклевом личинок – плеоподной (E_{pl}).

Цель исследования – сравнительная оценка овариальной и плеоподной плодовитости длиннопалого рака в водных объектах Беларуси.

Материалы и методы исследования. Сбор проб по определению плодовитости проводили в октябре, перед откладкой самками яиц на плеоподы (E_{ov}), и в мае, в конце периода эмбрионального развития перед выходом личинок (E_{pl}). Для отдельных популяций эти сборы охватывали время с 1994 по 2021 г.

Для определения E_{ov} самок помещали в кипящую воду или фиксировали 70 %-ным спиртом и сразу же после варки или фиксации оценивали репродуктивные параметры. E_{ov} определяли путем подсчета количества ооцитов в яичниках самки (либо прямым подсчетом всех ооцитов, либо путем пересчета в навеске 300–500 мг). E_{pl} устанавливали, подсчитывая все яйца на плеоподах самки.

Зависимость плодовитости (E_{ov} , E_{pl} , количество яиц) от длины самки (TL – длина самки от острия рострума до конца тельсона, см) описывали при помощи уравнений линейной регрессии.

Для определения сходства и различия плодовитости отдельных популяций длиннопалого рака использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Нормальность распределения выборок оценивали с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. В случаях нормального распределения плодовитости самок в выборке для оценки равенства дисперсий (гомоскедастичности) применяли критерий Ливена (Levene's test).

Для малых выборок (10–15 особей) сходство и различия оценивали по U -тесту Манна–Уитни.

Овариальную плодовитость определяли для 8 озер и водохранилищ Беларуси, плеоподную – для 14.

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

Статистическую обработку проводили с использованием Statistica 6.0.

Результаты исследования. Минимальных размеров яйценосная самка была обнаружена в оз. Селяхи – ее общая длина от острия рострума до конца тельсона составляла 72 мм. Яйценосные самки длиной 79 мм отмечены для трех озер – Волчино, Селяхи, Белое (Брестский район). Яйценосные самки, начиная с длины 81–85 мм, встречались практически во всех изученных озерах.

Овариальная плодовитость. Овариальная плодовитость определялась для популяций озер Рожево, Белое (Чашникский р-н), Соминское, Гиньково, Олтушское, Кичино и водохранилищ Краснослободское, Лошанское. Зависимость количества ооцитов от длины самки показана на рис. 1.

Как можно видеть на рис. 1, на 5 %-ном уровне статистической значимости большинство значений плодовитости самок рассматриваемых популяций перекрываются. Это дает основание предполагать с вероятностью 95 %, что плодовитость в зависимости от длины самок разных популяций находится в одном интервале.

Тест Колмогорова–Смирнова для любой из рассматриваемых выборок имел значимость $p > 0,2$, следовательно, распределение значений характеризуется как нормальное.

Ливен-тест показал статистически значимое различие только для выборки из популяции оз. Кичино ($F = 6,12$; $p = 0,0022$). Поэтому из дальнейшего анализа эта выборка была исключена. Популяцию длиннопалого рака оз. Кичино следует отнести к другой экологической группе раков.

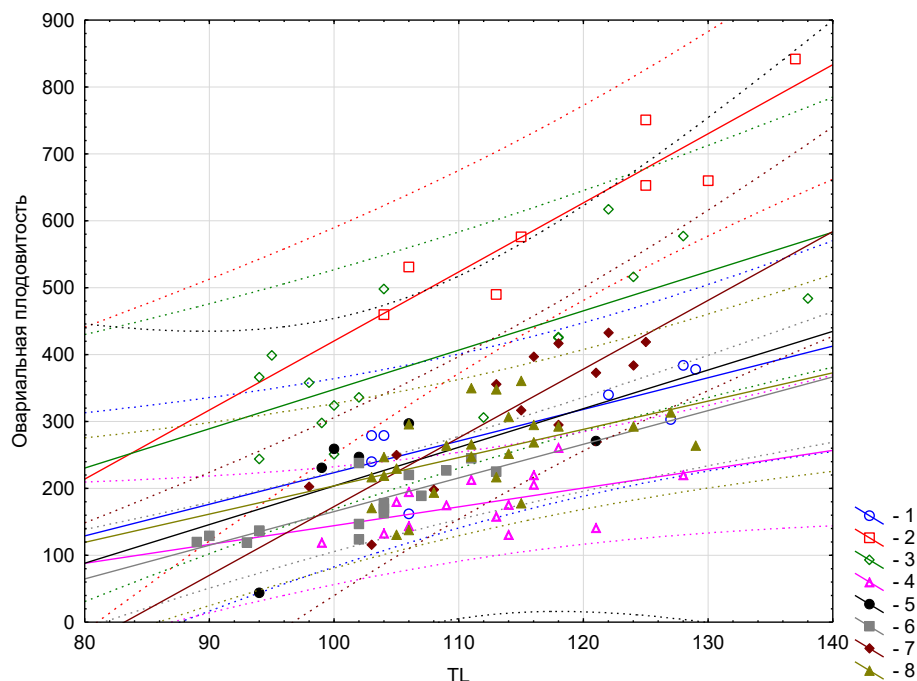


Рис. 1. Зависимость овариальной плодовитости от длины самок популяций длиннопалого рака водных объектов Беларуси: 1 – оз. Рожево, 2 – Лошанское вдхр., 3 – Краснослободское вдхр., 4 – оз. Белое, 5 – оз. Соминское, 6 – оз. Гиньково, 7 – оз. Олтушское, 8 – оз. Кичино

Fig. 1. Ovarian fecundity dependence on the length of female populations of narrow-clawed crayfish in water bodies of Belarus: 1 – Lake Rozhevo, 2 – Loshanski reservoir, 3 – Krasnoslobodski reservoir, 4 – Lake Beloe, 5 – Lake Sominskoe, 6 – Lake Ginkovo, 7 – Lake Oltushskoye, 8 – Lake Kichino

Дисперсионный анализ для популяций озер Рожево, Белое, Гиньково, Соминское, Олтушское и водохранилищ Лошанское, Краснослободское показывает отсутствие различий в плодовитости раков. Значения F-критерия менялись в диапазоне от 0,27 до 6,84 и не имели значимых различий ($p = 0,14–0,91$). Следовательно, популяции рассматриваемых водных объектов относятся к одной генеральной совокупности и различия носят случайный характер.

Общую зависимость овариальной плодовитости от длины самок популяций длиннопалого рака озер Рожево, Соминское, Белое (Чашникский р-н), Гиньково, Олтушское и водохранилищ Лошанское, Краснослободское можно представить следующим образом:

$$E_{ov} = 8,62TL - 614,61 \quad (r = 0,63; p = 0,0000).$$

Зависимость высокодостоверна.

Плодовитость перед выклевом личинок. Плодовитость перед выклевом личинок определялась для популяций озер Соминское, Гиньково, Косаревское, Плисса, Волчино, Бобровицкое, Олтушское, Селяхи, Белое (Брестский р-н), Меднянское, Стоячее, Матырино и водохранилищ Светлогорское, Миничи. Зависимость количества яиц перед выклевом личинок от длины самки показана на рис. 2.

Как и плодовитость в период откладки яиц на плеоподы, плодовитость самок перед выклевом личинок характеризуется близкими значениями.

Тест Колмогорова–Смирнова применяли только для популяций озер Гиньково и Олтушское. Для этих озер подтверждено нормальное распределение признака и гомоскедастичность дисперсий по критерию Ливена. Для других водоемов выборки самок колебались от 5 до 16 особей, что не позволяло использовать тест Колмогорова–Смирнова. В других рассматриваемых водоемах плодовитость раков перед выклевом личинок определяли путем попарного сравнения с использованием U-критерия Манна–Уитни. Во всех парах сравнения полученные эмпирические значения U-критерия Манна–Уитни были статистически незначимыми, т. е. различия между выборками носили случайный характер.

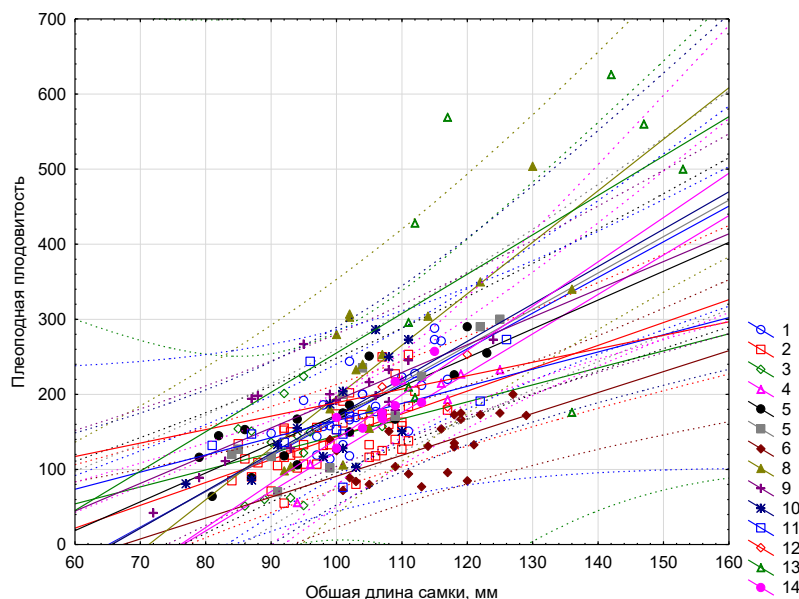


Рис. 2. Плодовитость самок перед выклевом личинок отдельных популяций длиннопалого рака водных объектов Беларуси; 1 – оз. Соминское, 2 – оз. Гиньково, 3 – оз. Косаревское, 4 – оз. Плисса, 5 – оз. Волчино, 6 – оз. Бобровицкое, 7 – Олтушское, 8 – вдхр. Светлогорское, 9 – оз. Селяхи, 10 – оз. Белое (Брестский р-н), 11 – оз. Меднянское, 12 – оз. Стоячее, 13 – вдхр. Миничи, 14 – оз. Матырино

Fig. 2. Fecundity of females before hatching larvae of certain populations of narrow-clawed crayfish in water bodies of Belarus; 1 – Lake Sominskoye, 2 – Lake Ginkovo, 3 – Lake Kosarevskoe, 4 – Lake Plissa, 5 – Lake Volchino, 6 – Lake Bobrovichskoe, 7 – Lake Oltushskoe, 8 – Svetlogorskoe reservoir, 9 – Lake Selyakhi, 10 – Lake Beloe (Brest district), 11 – Lake Mednyanskoe, 12 – Lake Standing, 13 – Minichi reservoir, 14 – Lake Matyrino

Полученные результаты позволяют объединить все выборки и рассчитать общую зависимость для всех рассматриваемых популяций.

Общая зависимость плодовитости перед выклевом личинок от длины самок популяций длиннопалого рака водных объектов Беларуси (озера Соминское, Гиньково, Косаревское, Плисса, Волчино, Бобровицкое, Олтушское, Селяхи, Белое (Брестский р-н), Меднянское, Стоячее, Матырино и водохранилища Светлогорское, Миничи) описывается линейным уравнением

$$E_{pl} = 4,31TL - 272,47 \quad (r = 0,64; p = 0,0000).$$

Зависимость высокодостоверна.

Сопоставив овариальную плодовитость с плодовитостью перед выклевом личинок, можно определить выживаемость яиц в период эмбрионального развития (см. таблицу).

Средние значения выживаемости яиц в период эмбрионального развития

Average survival rates of eggs during the embryonic development

Показатель	TL, мм					
	80	90	100	120	140	160
E_{ov}	75	161	247	420	592	765
E_{pl}	72	115	158	245	331	417
Выживаемость, %	96,0	71,4	64,0	58,3	55,9	54,5

Средние значения выживаемости достаточно низкие и снижаются с увеличением длины особей.

Обсуждение. Спаривание в популяциях длиннопалого рака происходит в конце октября – начале ноября. Сигнальными факторами для начала спаривания являются понижение температуры до 10 °C (иногда больше, иногда меньше) [3–5] и параллельное сокращение длительности светового дня [6].

Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) показал, что средние значения овариальной плодовитости большинства рассматриваемых популяций водоемов Беларуси относятся к одной генеральной совокупности. Только овариальная плодовитость популяций оз. Кичино не входит в общую совокупность. Овариальную плодовитость следует рассматривать как эволюционно закрепленную величину трат на размножение. Статистические различия в овариальной плодовитости указывают на генетическую неоднородность длиннопалого рака в водных объектах Беларуси.

Ранее были получены доказательства о существовании в водных объектах Беларуси отдельных эволюционных линий [7]. В данном исследовании установлено наличие разных эволюционных линий в популяциях длиннопалого рака Беларуси.

Плодовитость самок перед выклевом личинок определяется факторами окружающей среды. Биобеспокойство в период откладки яиц, нехватка убежищ, высокая плотность хищников, отклонение абиотических факторов окружающей среды от оптимальных в период эмбрионального развития яиц, нарушение развития яиц, наличие сапролегниевых грибов и т. д. приводят к неизбежным потерям яиц во время длительного периода эмбрионального развития.

Суммарные потери яиц за время вынашивания (от их количества в яичниках до выклева личинок) в конце эмбрионального развития составляют 4–45 %. Эти значения вполне сопоставимы с данными, приведенными в литературе. В работе [8] потери яиц в период их вынашивания в популяции севера России оценены в 71 %, в популяциях юга России – в 23–39 %. Для астацид выживаемость яиц от овариальной плодовитости до выклева личинок составила 50 % [6, 9].

В водоемах Беларуси максимальные потери яиц были у самок, предельная длина которых была близка к 160 мм, минимальные – у самок общей длиной 80 см (см. таблицу). Отметим, что самки, впервые приступившие к размножению, практически не теряют яиц в период эмбрионального развития, но с увеличением размеров самок и их плодовитости смертность яиц увеличивается.

Среди возможных причин низкой выживаемости яиц главной причиной являются условия, в которых самки откладывают яйца на плеоподы. Такое заключение основывается на сопоставлении плодовитости самок сразу же после откладки яиц на плеоподы и перед выклевом личинок. Ранее в работе [10] установлено, что плодовитость самок с только что отложенными яйцами (начало ноября) в сравнении с плодовитостью перед выклевом личинок (конец мая) выше на 7–10 %, т. е. за время вынашивания яиц в период эмбрионального периода их численность снижается не более чем на 10 %. В таком случае потери яиц (до 45 %) определяются сложностью и несовершенством процессов, связанных с откладкой яиц, их оплодотворением и прикреплением к плеоподам самки.

Причинами потери яиц могут быть их раздавливание при выходе из половых протоков самки, недостаточное оплодотворение или прикрепление яиц к плеоподам самки [6].

Естественно предположить, что потери яиц возрастают в случае большего их количества, поэтому с увеличением размеров самок и увеличением плодовитости потери увеличиваются.

Примем средние потери яиц за период эмбриогенеза у самок длиной 120 мм от их количества в начальный период вынашивания кладки равным 8 % [10], а потери яиц за тот же период, но от количества яиц в яичниках за 42 %. В таком случае средние потери яиц только во время оплодотворения составят 34 %. Не все яйца могут выметываться самкой. Оставшиеся в яичниках самки яйца резорбируются [11]. Поэтому потери только от несовершенства процессов оплодотворения для самок общей длиной 120 мм можно принять равными 30 %. У самок меньших размеров потери будут снижаться, у самок больших размеров – увеличиваться.

Большие потери яиц указывают на то, что откладка яиц, их оплодотворение и прикрепление к плеоподам самки – критический период. Этот процесс всегда происходит в ночное время суток и продолжается 2–3 ч [12, с. 43]. За этот короткий период времени потери яиц составляют в среднем 30 %.

После оплодотворения и прикрепления яиц к плеоподам самки во время их вынашивания потери яиц у крупных самок меньше, чем у мелких. Снижение потерь яиц с увеличением длины самок отмечено и у широкопалого рака [13].

Самки длиннопалого рака начинают созревать на третьем году жизни (возраст 2+ лет) и в возрасте 3+, т. е. на четвертом году жизни они все становятся половозрелыми. Полученные результаты показывают, что потери яиц из-за несовершенства процессов оплодотворения у крупных особей примерно на порядок выше, но снижение смертности яиц у больших самок за счет лучшей охраны в период вынашивания кладки незначительно выше. У длиннопалого рака это 2–3 %. Есть основание предполагать, что у длиннопалого рака отбор будет идти в сторону снижения размеров самок, впервые участвующих в размножении, за счет более быстрого развития и достижения половой зрелости при меньших размерах особей. Отметим, что этот вывод справедлив в случае одинаковой выживаемости молоди как крупных, так и мелких самок, т. е. в случае, если масса одного яйца не зависит от массы самки. Известно [14], что из репродуктивных параметров наиболее стабильной величиной является размер яиц.

Представленные результаты показывают, что плодовитость перед выклевом личинок для рассматриваемых популяций длиннопалого рака Беларуси можно описать одним общим уравнением, что существенно упрощает расчеты пополнения молодью отдельных популяций. Величина пополнения будет определяться плотностью и размерной структурой половозрелых самок и характеризоваться общей зависимостью плодовитости от длины самок.

Заключение. Плодовитость зависит от длины самок и описывается прямолинейной зависимостью. Дисперсионный анализ закономерностей изменения плодовитости самок длиннопалого рака водных объектов Беларуси позволил выделить две экологические группы. Для массовой экологической группы овариальная плодовитость длиннопалого рака в зависимости от размеров самок составила от 75 до 765 яиц, плодовитость перед выклевом личинок – от 72 до 417 яиц. Потери яиц за период вынашивания кладки составили 4–45 %. Наибольшие потери яиц отмечены в период нереста, т. е. откладки яиц, их оплодотворения и прикрепления к плеоподам самки. За этот короткий период (2–3 ч) потери яиц у самок длиной 120 мм составили 30 %, у мелких самок они снижались, у крупных увеличивались. Таким образом, нерест – наиболее критический период в репродуктивном цикле длиннопалого рака. За период вынашивания кладки смертность яиц составляет в среднем 8 %.

Список использованных источников

1. Cukerzis, J. *Astacus astacus* in Europe / J. Cukerzis // Freshwater crayfish: biology, management and exploitation / ed. : D. M. Holdich, R. S. Lowery. – New York : Chapman and Haal, 1988. – P. 309–340.
2. Momot, W. T. Potential for exploitation of freshwater crayfish in coolwater systems: management guidelines and issues / W. T. Momot // Fisheries. – 1991. – Vol. 16, N 5. – P. 14–21. [https://doi.org/10.1577/1548-8446\(1991\)016<0014:pfeofc>2.0.co;2](https://doi.org/10.1577/1548-8446(1991)016<0014:pfeofc>2.0.co;2)
3. Koksai, G. *Astacus leptodactylus* in Europe / G. Koksai // Freshwater Crayfish: biology, management and exploitation / ed. : D. M. Holdich, R. S. Lowery. – London, 1988. – P. 365–400.
4. Some biological characteristics of crayfish (*Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)) in Lake Egirdir / İ. Balik [et al.] // Turk. J. Zool. – 2005. – Vol. 29, N 4. – P. 295–300.
5. Aydin, H. Effects of different water temperatures on the hatching time and survival rates of the freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* (Esch., 1823) / H. Aydin, K. Dilek // Turk. J. Fisheries Aqua. Sci. – 2004. – N 4. – P. 75–79.
6. Reynolds, J. D. Growth and reproduction / J. D. Reynolds // Biology and Ecology of Crayfish / ed. : D. M. Holdich. – Blackwell Science Ltd., Oxford, 2002. – P. 152–191.
7. Сливинска, К. Сравнительный морфометрический анализ популяций длиннопалого рака *Pontastacus leptodactylus* Западного Полесья / К. Сливинска // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2019. – Т. 64, № 1. – С. 60–71.
8. Alekhovich, A. V. Comparative analysis of reproduction of narrow clawed crayfish *Astacus leptodactylus* Esch. (Crustacea, Decapoda, Astacidae) in its eastern area / A. V. Alekhovich, V. F. Kulesh // Freshwater Crayfish. – 1997. – N 11. – P. 339–347.
9. Taugbøl, T. Effect of density on brood size in noble crayfish, *Astacus astacus* L., subjected to indoor rearing conditions / T. Taugbøl, J. Skurdal // Aquacult. Fisheries Management. – 1990. – Vol. 21, N 1. – P. 17–23. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1990.tb00378.x>
10. Алехнович, А. В. Продолжительность жизни, рост и размножение длиннопалого рака *Astacus leptodactylus* в озере Соминское / А. В. Алехнович // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2014. – № 3. – С. 80–88.
11. Taugbøl, T. Effect of indoor, culture conditions on maturation and fecundity of wild caught female noble *Astacus astacus* L. / T. Taugbøl, J. Skurdal // Aquaculture. – 1989. – Vol. 81, N 1. – P. 1–12. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(89\)90226-3](https://doi.org/10.1016/0044-8486(89)90226-3)
12. Цукерзис, Я. М. Речные раки / Я. М. Цукерзис. – Вильнюс : Моксклас, 1989. – 142 с.

13. Long term study of exploitation, yield and stock structure of noble crayfish *Astacus astacus* in Lake Steinfjorden, S. E. Narway / J. Skurdal [et al.] // *Freshwater Crayfish*. – 1993. – Vol. 9. – P. 118–133.
14. Fluctuating fecundity parameters and reproductive investment in crayfish: driven by climate or chaos? / J. Skurdal [et al.] // *Freswataer Biol.* – 2011. – Vol. 56, N 2. – P. 335–341. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2010.02501.x>

References

1. Cukerzis J. *Astacus astacus* in Europe. *Freshwater crayfish: biology, management and exploitation*. New York, Chapman and Haal Publ., 1988, pp. 309–340.
2. Momot W. T. Potential for exploitation of freshwater crayfish in coolwater systems: management guidelines and issues. *Fisheries*, 1991, vol. 16, no. 5, pp. 14–21. [https://doi.org/10.1577/1548-8446\(1991\)016<0014:pfeofc>2.0.co;2](https://doi.org/10.1577/1548-8446(1991)016<0014:pfeofc>2.0.co;2)
3. Koksall G. *Astacus leptodactylus* in Europe. *Freshwater Crayfish: biology, management and exploitation*. London, 1988, pp. 365–400.
4. Balik İ., Çubuk H., Özkök R., Uysal R. Some biological characteristics of crayfish (*Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)) in Lake Egirdir. *Turkish Journal of Zoology*, 2005, vol. 29, no. 4, pp. 295–300.
5. Aydin H., Dilek K. Effects of different water temperatures on the hatching time and survival rates of the freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* (Esch., 1823). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2004, no. 4, pp. 75–79.
6. Reynolds J. D. Growth and reproduction. *Biology of Freshwater Crayfish*. Blackwell Science Ltd., Oxford, 2002, pp. 152–191.
7. Slivinska K. Comparative morphometric analysis of populations of narrow clawed crayfish *Pontastacus leptodactylus* in Western Polissya. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2019, vol. 64, no. 1, pp. 60–71 (in Russian).
8. Alekhovich A. V., Kulesh V. F. Comparative analysis of reproduction of narrow clawed crayfish *Astacus leptodactylus* Esch. (Crustacea, Decapoda, Astacidae) in its eastern area. *Freshwater Crayfish*, 1997, no. 11, pp. 339–347.
9. Taugbøl T., Skurdal J. Effect of density on brood size in noble crayfish, *Astacus astacus* L., subjected to indoor rearing conditions. *Aquaculture and Fisheries Management*, 1990, vol. 21, no. 1, pp. 17–23. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1990.tb00378.x>
10. Alekhovich A. V. Lifespan, growth and reproduction of the narrow clawed crayfish *Astacus leptodactylus* in Lake Sominskoe. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2014, no. 3, pp. 80–88 (in Russian).
11. Taugbøl T., Skurdal J. Effect of indoor, culture conditions on maturation and fecundity of wild caught female noble *Astacus astacus* L. *Aquaculture*, 1989, vol. 81, no. 1, pp. 1–12. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(89\)90226-3](https://doi.org/10.1016/0044-8486(89)90226-3)
12. Tsukerzis Ya. M. *River crayfish*. Vilnius, Moksklas Publ., 1989. 142 p. (in Russian).
13. Skurdal J., Qvenild T., Taugbøl T., Gamås E. Long term study of exploitation, yield and stock structure of noble crayfish *Astacus astacus* in Lake Steinfjorden, S. E. Narway. *Freshwater Crayfish*, 1993, vol. 9, pp. 118–133.
14. Skurdal J., Hessen D. O., Gamås E., Vøllestad L. A. Fluctuating fecundity parameters and reproductive investment in crayfish: driven by climate or chaos? *Freswataer Biology*, 2011, vol. 56, no. 2, pp. 335–341. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2010.02501.x>

Информация об авторе

Алехнович Анатолий Васильевич – канд. биол. наук, вед. науч. сотрудник. Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: Alekhovichav@gmail.com

Information about the author

Anatoly V. Alekhovich – Ph. D. (Biol.), Leading Researcher. Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Alekhovichav@gmail.com