



Идентификация мальков камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* для искусственного воспроизводства

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-77-82>

Научная статья
УДК 639.512, 574.625

Бондарь Евгения Игоревна – кандидат биологических наук, научный сотрудник, Лаборатория генетики, Владивосток, Россия
E-mail: jaja@list.ru

Масленников Сергей Иванович – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник, Лаборатория динамики морских экосистем, Владивосток, Россия
E-mail: 721606@mail.ru

Батищева Наталья Михайловна – младший научный сотрудник, Лаборатория генетики, Владивосток, Россия
E-mail: batishchevanm@mail.ru

Национальный научный центр морской биологии им. А. В. Жирмунского
Дальневосточного отделения РАН

Адрес: Россия, 690041, Владивосток, ул. Пальчевского, 17

Аннотация. В связи с продолжающимся интенсивным промыслом камчатского краба *Paralithodes camtschaticus*, его искусственное воспроизводство с последующим выпуском мальков является оптимальной стратегией для восстановления и поддержания промысловых запасов. Оценка эффективности подобных мероприятий возможна с использованием генетических маркеров, таких как микросателлитные локусы. В ходе работы мы смогли выявить прямые генетические связи между матерями и потомками камчатского краба в ходе первого этапа работы по генетическому профилированию молоди в условиях искусственного разведения. Таким образом, мы можем оценить вклад каждой материнской особи в генетические характеристики популяции, выпускаемой в естественные условия акватории залива Петра Великого.

Ключевые слова: искусственное воспроизводство, камчатский краб, *Paralithodes camtschaticus*, микросателлитные локусы, генетическое профилирование

Для цитирования: Бондарь Е.И., Масленников С.И., Батищева Н.М. Идентификация мальков камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* для искусственного воспроизводства // Рыбное хозяйство. 2024. № 6. С. 77-82. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-77-82>

IDENTIFICATION OF RED KING CRAB *PARALITHODES CAMTSCHATICUS* JUVENILES FOR ARTIFICIAL REPRODUCTION

Evgeniya I. Bondar – Candidate of Biological Sciences, Researcher, Laboratory of Genetics, Vladivostok, Russia
Sergey I. Maslennikov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Laboratory of Marine Ecosystem Dynamics, Vladivostok, Russia
Natalia M. Batishcheva – Junior Researcher, Laboratory of Genetics, Vladivostok, Russia

A.V. Zhirmunsky National Scientific Center for Marine Biology of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

Address: Russia, 690041, Vladivostok, Palchevskogo str., 17

Annotation. Due to the ongoing intensive fishing of the red king crab *Paralithodes camtschaticus*, its artificial reproduction followed by the release of juveniles is the optimal strategy for the restoration and maintenance of commercial stocks. Evaluation of the effectiveness of such measures is possible using genetic markers such as microsatellite loci. In the course of our work, we were able to identify direct genetic links between mothers and descendants of the red king crab during the first stage of work on genetic profiling of juveniles in conditions of artificial breeding. Thus, we can assess the contribution of each maternal individual to the genetic characteristics of the population released into the natural conditions of the Peter the Great Bay.

Keywords: artificial reproduction, red king crab, *Paralithodes camtschaticus*, microsatellite loci, genetic profiling

For citation: Bondar E.I., Maslennikov S.I., Batishcheva N.M. (2024). Identification of red king crab *Paralithodes camtschaticus* juveniles for artificial reproduction // Fisheries. № 6. Pp. 77-82. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-77-82>

Таблицы составлены автором / The tables are compiled by the author
Рисунки – авторские / The drawings were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы воспроизводства ценных морских биоресурсов остро стоят с момента начала их промышленного освоения [1; 2; 3]. В полной мере это относится к воспроизводству камчатского краба *Paralithodes camtschaticus*. Так, общий допустимый объем промысла камчатского краба в России на 2023 г. установлен в размере 28 777 т, из которых 16 087 т приходится на Дальний Восток [4]. Однако состояние его запасов не позволяет увеличить объемы добычи в ближайшие годы, восстановить утерянные промысловые районы и стабилизировать численность промысловых особей от межгодовых многолетних колебаний.

Так как глобальный перелов камчатского краба на всех традиционных районах промысла наблюдается не одно десятилетие, большинство стран, ведущих промысел, проводят многолетние исследования по разработке технологий искусственного воспроизводства. Особое беспокойство вызывает продолжающийся ННН-промысел, который фактически привел некоторые популяции камчатского краба к депрессии. Оптимальной стратегией для восстановления природных популяций и поддержания стабильной промысловой добычи будет искусственное воспроизводство вида с последующим выпуском мальков в естественную среду [5; 6; 7].

В России исследования по данной тематике привели к разработке биотехники получения малька краба в заводских условиях. К настоящему времени в ННЦМБ ДВО РАН готова к внедрению опытно-промышленная технология получения жизнестойкой молоди камчатского краба и отрабатываются процедуры его выпуска в естественную среду обитания. Для оценки эффективности мероприятий по искусственному воспроиз-

водству необходима методика учета. Наиболее перспективной методикой для этих целей является применение генетических методов с прослеживанием родственных линий производителей.

Процесс искусственного воспроизводства камчатского краба включает в себя несколько этапов:

1. Вылов и содержание самок с икрой.
2. Получение и содержание личинок краба до стадии оседания.
3. Выпуск самок краба в естественную среду обитания после полного выхода личинок из икры.
4. Адаптация малька краба для процедуры выпуска в естественную среду обитания.
5. Выпуск малька краба на специализированные полигоны в естественную среду обитания, обеспечивающие высокую выживаемость в первые 2 года жизни.

Так как для искусственного воспроизводства отлавливаются дикие икронесущие самки краба, практически исключено влияние на генетическое разнообразие природной популяции. После выхода личинок самки возвращаются в естественную среду обитания, что позволяет свести к минимуму антропогенное воздействие. Тем самым соблюдаются принципы поддержания промыслового стада, заложенные в правилах рыболовства, ограничивающие промысел самок. Тем не менее, генетические методы мониторинга позволяют отслеживать разнообразие производителей и потомства. Так, при наличии «генетического паспорта» каждой матери, мы можем оценить вклад особи в формирование искусственной популяции.

Микросателлитные локусы хорошо зарекомендовали себя при изучении видов, используемых в аквакультуре: они достаточно высоко-

полиморфны для достоверной реконструкции структуры популяций и выявления связи родитель-потомок, дают высокую повторяемость результатов и просты в использовании при большом объеме выборки [8; 9]. Они позволяют проследить процессы, связанные с изменениями численности, такими как прохождение через бутылочное горлышко или эффект основателя, что наиболее часто случается при искусственном воспроизводстве; отслеживать количество родителей, что может значительно сказываться на половой структуре популяции.

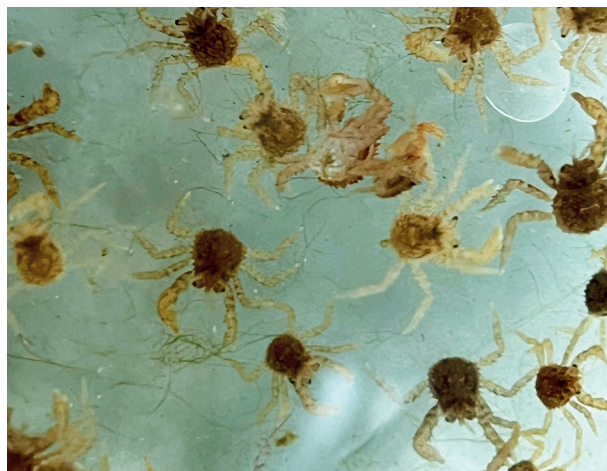
В ходе эксперимента по искусственному воспроизведению камчатского краба *P. camtschaticus* основной задачей генетического исследования было не только провести анализ особей, выловленных в заливе Петра Великого, но и установить принадлежность полученной молодежи к определенной самке.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методика получения малька камчатского краба подробно описана в литературе [6; 7]. Биологическим материалом для данной работы послужили 20 икронесущих самок камчатского краба *Paralithodes camtschaticus*. Самки крабов отлавливались водозлазным способом. После добычи краба измерялся живой вес и ширина карапака, пинцетом отбиралось необходимое количество икры и, после окончания выклева личинок из икры, перед линькой, отрезался маленький кусочек фаланги вместе с содержимыми тканями, после этого самка отпускалась в естественную среду обитания. Полученные образцы помещались в пробирку с 96% этанолом и хранились при температуре -20°C . Выделения геномной ДНК проводили с использованием двух методов: HotShot [10] с последующей амплификацией и с использованием спин-колонок с оксидом кремния (набор для выделения геномной ДНК из морских беспозвоночных OMEGA D3373-01; Biotec).

Микросателлитные праймеры, выбранные для анализа, являются как видоспецифичными для камчатского краба (PCA100, PCA101, PCA103, PCA104, PCA107 [11]), так и разработанными для близкородственного синего краба *Paralithodes platypus* (LOCUS 29, LOCUS 35, LOCUS 44 [12]). Все использованные праймеры были помечены одним из четырех флуоресцентных красителей: ROX, 6FAM, R6G или TAMRA (компания «Синтол», Россия).

В состав реакционной смеси для ПЦР, объемом 10 мкл, входили следующие компоненты: 2,2 мкл деионизированной H_2O , 5 мкл 2X Green MM Thermo ПЦР микс, 1,25 мкл 10 мМ раствора прямого и обратного праймеров, а также 0,3 мкл (30ng) раствора геномной ДНК.



Для проведения реакции использовали ПЦР программу:

денатурация – 1,5 мин. при температуре 95°C ; 32 цикла: плавление – 10 сек. при температуре 95°C , отжиг праймеров – 30 сек. при температуре 55 или 60°C , элонгация – 1 мин. при температуре 72°C ; финальная элонгация – 5 мин. при температуре 72°C ; финальное удержание при температуре 4°C .

Фрагментный анализ микросателлитных локусов проводили на секвенаторе ABI3130 (Applied Biosystems) с последующей визуализацией в программе GeneMapper ver. 5.0 (Applied Biosystems).

Последующая статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программ GenAIEx 6.5 [13], MICRO-CHECKER v.2.2.3 [14], GenePop 4.2 [15], Arlequin ver. 3.5 [16]. Для анализа потомства камчатского краба использовали COLONY v2 [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В результате анализа микросателлитных локусов у самок камчатского краба не было обнаружено нулевых аллелей или неравновесия по сцеплению. В среднем на один локус приходится по 10,4 аллелей и 5 приватных аллелей (табл. 1). Все исследованные локусы оказались высокополиморфными. Средняя наблюдаемая гетерозиготность оказалась несколько ниже ожидаемой (0,69 и 0,76), но находится в рамках показателей для популяций камчатского краба [11; 18; 19; 20], которая варьирует от 0,5 до 0,9 и в среднем составляет 0,82.

При анализе оплодотворенной икры были обнаружены от 3 до 19 дополнительных аллелей на локус, которые связаны с мужскими особями, участвовавшими в оплодотворении. Наличие подобных аллелей позволило более точно ассоциировать молодежь и материнские особи.

Все генетические показатели полученной молодежи оказались ниже показателей родительских особей, даже при сравнении только

одинакового набора локусов. Среднее значение количества аллелей на локус по 4 исследованным праймерам составило 6 аллелей у потомков против 8,75 у матерей, ожидаемая и наблюдаемая гетерозиготность потомков была почти идентична (0,616 и 0,618 у мальков против 0,708 и 0,664 матерей, соответственно), но находилась в пределах видовых показателей. При этом наблюдалось смещение частот аллелей (рис. 1а) или появление аллелей, которые не были зафиксированы у материнских особей, но наблюдались у отцовских (рис. 1б).

Выращенные мальки содержались в 3-х ваннах, и нам были известны генотипы самок, чье потомство было выпущено в конкретную ванну. Но в связи с тем, что потомство от разных самок выращивалось совместно, отсутствовала четкая ассоциация мать-дети. Анализ принадлежности мальков к самке проводился в программе COLONY v2, которая, к сожалению, не учитывает присутствие известных нам отцовских аллелей. При смешанном анализе потомства (не учитывались ассоциации ванна-потенциальные матери), нам удалось четко разделить всех мальков на две группы, согласно номеру ванны. Также, в результате анализа, некоторые особи (8 и 13, а также 17, 21, 27) имели идентичные генотипы, что может быть связано как с недостаточной разрешающей способностью 4-х выбранных локусов, так и случайными причинами.

Всего было выделено 12 групп потомков и в среднем на самку приходилось по 3-5 мальков. При этом у трех самок вообще не было обнаружено потомства. Это может быть связано со слу-

чайными факторами, например, потомки этих самок могли оказаться на дне фалькона с молодой и не попали в случайную выборку. С другой стороны, у самок камчатского краба наблюдается чередование лет с разным количеством откладываемой «наружной» икры [21], то есть год с большим количеством икры может сменяться годом с меньшим количеством. При этом прослеживается связь между минимальным и максимальным количеством «наружной» икры и определенными возрастными группами у самок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения первого этапа работы по генетическому профилированию молоди камчатского краба в условиях искусственного разведения, мы смогли установить четкую генетическую связь между матерями и их потомками. Таким образом, мы можем оценить вклад каждой материнской особи на генетические характеристики популяции, выпускаемой в природную среду акватории залива Петра Великого. Микросателлитные локусы позволяют идентифицировать родительские особи, выявить дополнительные аллели, полученные от отцов, что в дальнейшем сделает возможным проведение мониторинга выживаемости особей при искусственном воспроизведении и оценку влияния искусственного выращивания на природные популяции камчатского краба.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 21-74-30004 и ООО «Антей».

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: Бондарь Е.И. – подготовка

Таблица 1. Генетическая изменчивость самок камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* по 8 локусам микросателлитной ДНК, где N – количество проанализированных особей, N_a – число аллелей на локус, N_e – эффективное число аллелей, I – информационный индекс Шеннона, H_o – наблюдаемая гетерозиготность, H_e – ожидаемая гетерозиготность / **Table 1.** Genetic diversity of female red king crab *Paralithodes camtschaticus* studied using 8 microsatellite loci, where N is the number of analyzed individuals, N_a is the number of alleles per locus, N_e is the effective number of alleles, I is the Shannon information index, H_o is the observed heterozygosity, H_e is the expected heterozygosity

Локус	N	N_a	N_e	I	H_o	H_e
РСА103	20	9,000	4,124	1,713	0,800	0,758
РСА100	17	10,000	6,283	2,026	0,706	0,841
LOCUS 44	20	6,000	1,717	0,902	0,300	0,418
LOCUS 35	20	10,000	5,442	1,979	0,850	0,816
РСА104	20	13,000	8,421	2,306	0,800	0,881
РСА107	20	17,000	11,268	2,631	0,850	0,911
РСА101	18	13,000	9,000	2,383	0,944	0,889
LOCUS 29	10	5,000	2,326	1,102	0,300	0,570
Среднее	18,12	10,375	6,072	1,880	0,694	0,760

Таблица 2. Генетическая изменчивость потомства камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* по 4 локусам микросателлитной ДНК / **Table 2.** Genetic diversity of the offspring of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* using 4 microsatellite loci

Локус	N	Na	Ne	I	Ho	He
PCA103	23	6,000	3,861	1,468	0,826	0,741
PCA100	26	7,000	4,777	1,730	0,692	0,791
LOCUS 44	31	3,000	1,395	0,550	0,226	0,283
LOCUS 35	26	8,000	2,840	1,390	0,731	0,648
Среднее	26,5	6	3,218	1,284	0,618	0,616

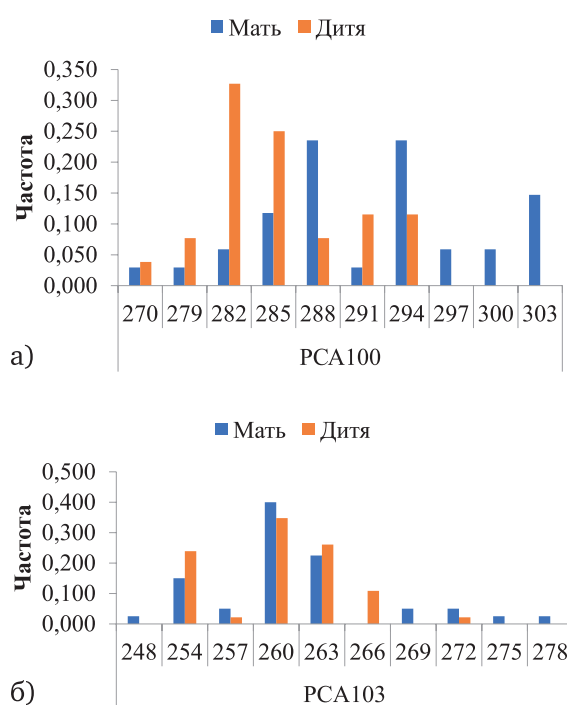


Рисунок 1. Распределение частот аллелей микросателлитных локусов для матерей (синий) и их потомков (оранжевый) для локусов: а) PCA100 и б) PCA103

Figure 1. Distribution of allele frequencies of microsatellite loci for mothers (blue) and their offsprings (orange) for loci: а) PCA100 and б) PCA103

и написание статьи, постановка эксперимента, статистический анализ, **Масленников С.И.** – написание статьи, содержание самок и получение малька краба, отбор биологического материала, **Батищева Н.М.** – постановка эксперимента, подготовка статьи к печати.

The authors declare that there is no conflict of interest.
Contribution to the work of the authors: **Bondar E.I.** – preparation and writing of an article, setting up an experiment, statistical analysis, **Maslennikov S.I.** – writing an article, female maintenance, obtaining of crab juveniles, gathering of biological material, **Batishcheva N.M.** – setting up an experiment, preparing an article for publication.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Масленников С. И. Технология крабового фермерства на акватории дальневосточных морей // Дальний Восток России: экономика, инвестиции, конъюнктура. 1998. №. 1. С. 34-38.
2. Масленников С. И., Кашин И. А., Левин В. С. Промысел и воспроизводство камчатского краба у берегов Приморья // Вестник ДВО РАН. 1999. Т. 3. С. 100-106.
3. Paul A. J. Crabs in cold water regions: biology, management and economics. 2002.
4. Буяновский А. И., Алексеев Д. О., Сологуб Д. О., Бизиков В. А. Динамика запасов и регулирование промысла крабов в морях России – М.: ВНИРО. 2023. 323 с.
5. Ковачева Н. П. и др. Современные тенденции развития аквакультуры ракообразных в России // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. 2022. С. 69-80.
6. Ковачева Н. П. и др. Аквакультура камчатского краба. 2022.
7. Геворгян Т. А., Масленников С. И., Шукина Г. Ф. Проблемы искусственного воспроизводства камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) // Биология моря. 2022. Т. 48. №. 6. С. 359-368. <https://doi.org/10.31857/S0134347522060055>.
8. Liu Z. J., Cordes J. F. (2004). DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics // Aquaculture. Т. 238. №. 1-4. PpC. 1-37 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.05.027>.
9. O'connell M., Wright J. M. (1997). Microsatellite DNA in fishes // Reviews in fish biology and fisheries. Т. 7. Pp. 331-363. <https://doi.org/10.1023/A:1018443912945>.
10. Truett G. E. et al. (2000). Preparation of PCR-quality mouse genomic DNA with hot sodium hydroxide and tris (HotSHOT) // Biotechniques. Т. 29. №. 1. Pp. 52-54. <https://doi.org/10.2144/00291bm09>.
11. Seeb L. W. et al. (2002). Development of microsatellite loci in red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) // Molecular Ecology Notes. Т. 2. №. 2. Pp. 137-138. <https://doi.org/10.1046/j.1471-8286.2002.00178.x>
12. Stoutamore J. L. et al. (2012). Development of polymorphic microsatellite markers for blue king crab (*Paralithodes platypus*) // Conservation Genetics Resources. Т. 4. Pp. 897-899. <https://doi.org/10.1007/s12686-012-9668-8>.
13. Peakall R. O. D., Smouse P. E. (2006). GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research // Molecular ecology notes. Т. 6. №. 1. Pp. 288-295. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts460>.

14. Van Oosterhout C. et al. (2004). MICRO-CHECKER: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data // Molecular ecology notes. T. 4. №. 3. Pp. 535-538. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2004.00684.x>.
15. Raymond M., Rousset F. (1995). GENEPOP (version 1.2): population genetics software for exact tests and ecumenicism. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a111573>.
16. Excoffier L., Lischer H. E. (2010). L. Arlequin suite ver 3.5: a new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows // Molecular ecology resources. T. 10. №. 3. Pp. 564-567. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2010.02847.x>.
17. Jones O. R., Wang J. (2010). COLONY: a program for parentage and sibship inference from multilocus genotype data // Molecular ecology resources. T. 10. №. 3. Pp. 551-555. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2009.02787.x>.
18. Zelenina D. A. et al. (2008). Red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Barents Sea: a comparative study of introduced and native populations // Russian Journal of Genetics. T. 44. Pp. 859-866. <https://doi.org/10.1134/S1022795408070144>.
19. Vulstek S. C. et al. (2013). Spatio-temporal population genetic structure and mating system of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in Alaska // Journal of Crustacean Biology. T. 33. №. 5. Pp. 691-701. <https://doi.org/10.1163/1937240X-00002173.20>.
- Jørstad K. E. et al. (2007). The genetic variability of the red king crab, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius, 1815) (*Anomura*, Lithodidae) introduced into the Barents Sea compared with samples from the Bering Sea and Kamchatka region using eleven microsatellite loci // Hydrobiologia. T. 590. Pp. 115-121. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-0763-x>.
21. Левин В.С. Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*. Биология, промысел, воспроизводство. – СПб.: Ижца. 2001. 196 с.
8. Liu Z. J., Cordes J. F. (2004). DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics // Aquaculture. vol. 238. No. 1-4. Pp. 1-37 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.05.027>.
9. O'connell M., Wright J. M. (1997). Microsatellite DNA in fishes // Reviews in fish biology and fisheries. Vol. 7. Pp. 331-363. <https://doi.org/10.1023/A:1018443912945>.
10. Truett G. E. et al. (2000). Preparation of PCR-quality mouse genomic DNA with hot sodium hydroxide and tris (HotSHOT) // Biotechniques. Vol. 29. No. 1. Pp. 52-54. <https://doi.org/10.2144/00291bm09>.
11. Seeb L. W. et al. (2002). Development of microsatellite loci in red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) // Molecular Ecology Notes. Vol. 2. No. 2. Pp. 137-138. <https://doi.org/10.1046/j.1471-8286.2002.00178.x>
12. Stoutamore J. L. et al. (2012). Development of polymorphic microsatellite markers for blue king crab (*Paralithodes platypus*) // Conservation Genetics Resources. vol. 4. Pp. 897-899. <https://doi.org/10.1007/s12686-012-9668-8>.
13. Peakall R. O. D., Smouse P. E. (2006). GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research // Molecular ecology notes. vol. 6. No. 1. Pp. 288-295. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts460>.
14. Van Oosterhout C. et al. (2004). MICRO-CHECKER: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data // Molecular ecology notes. Vol. 4. No. 3. Pp. 535-538. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2004.00684.x>.
15. Raymond M., Rousset F. (1995). GENEPOP (version 1.2): population genetics software for exact tests and ecumenicism. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a111573>.
16. Excoffier L., Lischer H. E. (2010). L. Arlequin suite ver 3.5: a new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows // Molecular ecology resources. Vol. 10. No. 3. Pp. 564-567. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2010.02847.x>.
17. Jones O. R., Wang J. (2010). COLONY: a program for parentage and sibling inference from multilocus genotype data // Molecular ecology resources. vol. 10. No. 3. Pp. 551-555. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2009.02787.x>.
18. Zelenina D. A. et al. (2008). Red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Barents Sea: a comparative study of introduced and native populations // Russian Journal of Genetics. Vol. 44. Pp. 859-866. <https://doi.org/10.1134/S1022795408070144>.
19. Vulstek S. C. et al. (2013). Spatio-temporal population genetic structure and mating system of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in Alaska // Journal of Crustacean Biology. vol. 33. No. 5. Pp. 691-701. <https://doi.org/10.1163/1937240X-00002173>.
20. Jørstad K. E. et al. (2007). The genetic variability of the red king crab, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius, 1815) (*Anomura*, Lithodidae) introduced into the Barents Sea compared with samples from the Bering Sea and Kamchatka region using eleven microsatellite loci // Hydrobiologia. Vol. 590. Pp. 115-121. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-0763-x>.
21. Levin V.S. (2001). Red king crab *Paralithodes camtschaticus*. Biology, fishing, reproduction. – St. Petersburg: Izhitsa. 196 p. (In Russ.).

LITERATURE AND SOURCES

1. Maslennikov S. I. (1998). Technology of crab farming in the waters of the Far Eastern seas // Far East of Russia: economics, investments, market conditions. No. 1. Pp. 34-38. (In Russ.).
2. Maslennikov S. I., Kashin I. A., Levin V. S. (1999). Fishing and reproduction of the red king crab off the coast of Primorye // Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. Vol. 3. Pp. 100-106. (In Russ.).
3. Paul A. J. (2002). Crabs in cold water regions: biology, management and economics.
4. Buyanovsky A. I., Alekseev D. O., Sologub D. O., Bizikov V. A. (2023). Stock dynamics and regulation of crab fishing in the seas of Russia – M.: VNIRO. 323 p.
5. Kovacheva N. P. et al. (2022). Modern trends in the development of crustacean aquaculture in Russia // Topical issues of freshwater aquaculture. Pp. 69-80. (In Russ.).
6. Kovacheva N. P. et al. (2022). Aquaculture of the red king crab. (In Russ.).
7. Gevorgyan T. A., Maslennikov S. I., Shchukina G. F. (2022). Problems of artificial reproduction of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) // Biology of the sea. Vol. 48. No. 6. pp. 359-368. <https://doi.org/10.31857/S0134347522060055>. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию/ Received 29.07.2024
 Принят к публикации / Accepted for publication 02.11.2024