

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
“АЗОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО  
ХОЗЯЙСТВА”  
(ФГБНУ «АЗНИИРХ»)**

**ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ  
ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ

27 НОЯБРЯ 2015 Г.

Ростов-на-Дону  
2015

# ON THE QUESTION OF THE TREATMENT OF THE FISHERY RESOURCES AS A COMPONENT OF ECOSYSTEM SERVICES

Bragina T.M.<sup>1,3</sup>, Dudkin S.I.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*FSBSI "AzNIIRKH", Rostov-on-Don, Russia*

<sup>2</sup>*Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia*

<sup>3</sup>*Kostanai State Pedagogical Institute, Kostanai, Kazakhstan; tm\_bragina@mail.ru; si\_dudkin@mail.ru*

The paper discusses some aspects of the assessment of fishery resources in the ecosystem services complex. Determining of the value of the natural resources is necessary for their inclusion in the national planning and management of natural resources, the development of plans for socio-economic development of territories, evaluating of damages and for other economic indicators.

*Keywords:* fisheries resources, environmental services, the system of national accounts.

УДК 594.121(262.5)

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАКОВИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ *CRASSOSTREA GIGAS* В ЧЕРНОМ МОРЕ

О.Ю. Вялова<sup>1</sup>, А.П. Золотницкий<sup>2</sup>, А.М. Жаворонкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт морских биологических исследований РАН, г. Севастополь, vyalova07@gmail.com*

<sup>2</sup>*Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, arz@kerch.net*

Проведен сравнительный анализ изменения морфометрических характеристик раковин тихоокеанских устриц *Crassostrea gigas*. Частота встречаемости асимметричных особей была максимальной в группе 20-30 мм и равнялась 42 %. По мере роста моллюсков флуктуирующей асимметрии (ФА) раковины снижалась.

Ключевые слова: морфометрия раковины, флуктуирующая асимметрия, тихоокеанская устрица, *Crassostrea gigas*.

Проблема симметрии и асимметрии биологических объектов является одной из фундаментальных концепций современной биологии. Известно, что каждому признаку в процессе реализации генетической программы организма свойственна определенная степень чисто случайной изменчивости (флуктуации), не устранимой даже при идеальном постоянстве генотипа и среды. Уровень морфогенетических отклонений, иными словами флуктуирующей асимметрии (ФА), от нормы оказывается минимальным лишь при определенных (оптимальных) условиях среды и неспецифически возрастает при любых стрессовых воздействиях. В связи с этим на организменном уровне предложено использовать показатель ФА в качестве меры в оценке стабильности развития организма [6-8,11].

В то же время известно, что любая черта организма обусловлена генетически и является выражением нормы реакции, которая, собственно, и наследуется. Таким образом, и флуктуирующая асимметрия является генетически обусловленной, т.к. частота и величина различий между сторонами животного находятся под контролем генотипа.

Флуктуирующая асимметрия отмечается и в тех случаях, когда в проявлении признака имеет место направленная асимметрия, при которой морфологическое различие между сторонами, как и его направление, генетически детерминировано. В этих случаях флуктуирующая асимметрия является отклонением от определенной средней асимметрии [8,12].

В задачу настоящей работы входила сравнительная характеристика морфометрических показателей и оценка величины ФА тихоокеанской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg), интродуцированной в Черное море.

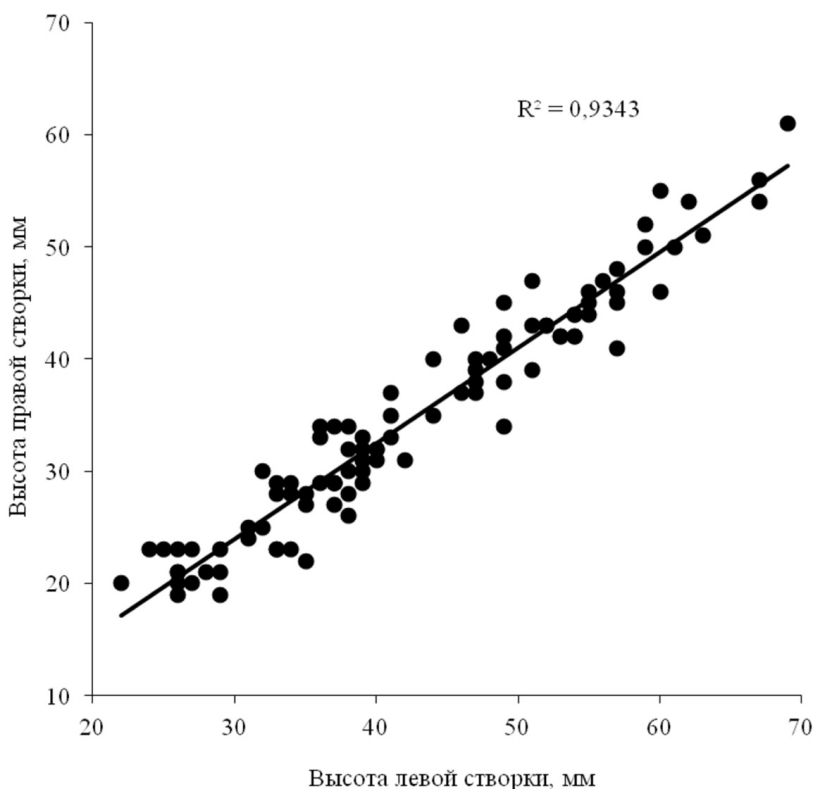
**Материалы и методы.** Материалом для исследования служили раковины тихоокеанской устрицы *S. gigas*, интродуцированной из специализированных французских питомников в Черное море для дальнейшего выращивания на морской ферме, расположенной в акватории Голубого Залива (Южный берег Крыма). Для работы были использованы створки годовиков моллюсков, с высотой створок до 70 мм. Весь собранный материал был разделен на 5 размерных групп: 20-30, 30-40, 40-50, 50-60 и 60-70 мм. Измерение линейных характеристик (высоты (H), длины (L) и ширины (выпуклость-D)) левой и правой створок проводили с помощью штангенциркуля, взвешивание раковин осуществляли на электронных аналитических весах ВЛК-500.

**Результаты.** Тихоокеанская устрица *S. gigas* имеет асимметричную раковину, где левая (нижняя) створка значительно больше и глубже правой (верхней) створки. В связи с этим представляло интерес количественно оценить различия между разными створками во всех исследуемых размерных группах устриц.

Соотношение между высотой правой и левой створками устриц *S. gigas* представлено на рисунке 1. Анализ показал, что соотношение высоты обеих створок хорошо описывается степенным уравнением:

$$H_{\text{пр}} = 0,713 \cdot H_{\text{лв}}^{1,034} \quad n = 100, \quad r^2 = 0,922$$

где  $H_{\text{пр}}$  - высота правой створки,  $H_{\text{лв}}$  - высота левой створки.



**Рисунок 1 – Соотношение между высотой правой и левой створками устриц *S. Gigas***

Таким образом, с увеличением размера устриц возникает слабо выраженная положительная аллометрия, т.е. скорость роста правой створки несколько опережала рост левой. При этом размер левой створки был почти на 30 % больше правой (коэффициент детерминации ( $r^2$ ) 0,92).

О существенном различии между правой и левой створками свидетельствуют также данные о соотношении массы каждой из створок (рис. 2). Видно, что у всех исследованных моллюсков линейная зависимость между массой левой и правой створкой ( $r^2 = 0,78$ ). На рисунках 3а и 3б представлены соотношения массы и высоты правых и левых створок. Полученные данные свидетельствуют, что у тихоокеанской устрицы имеет место направленная асимметрия (НА) раковины. Обращает на себя внимание и различия в скорости роста массы целой раковины (рис. 4).

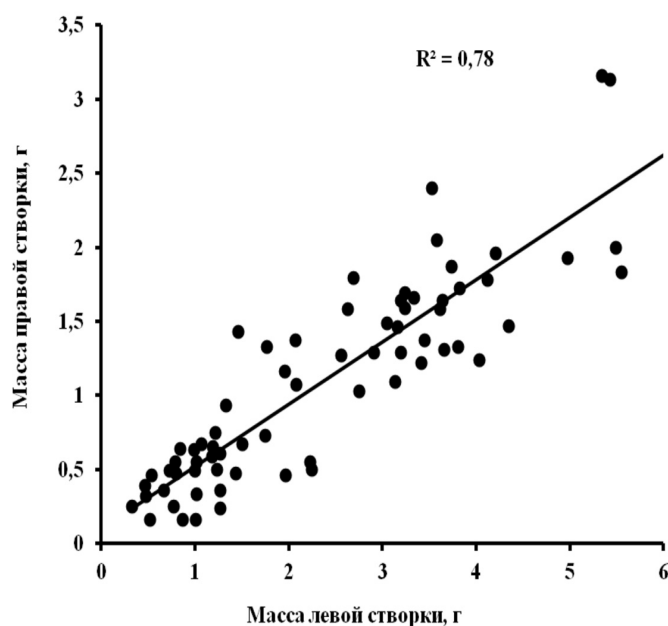


Рисунок 2 – Соотношение между массой левой и правой створок раковины устриц *C. gigas*

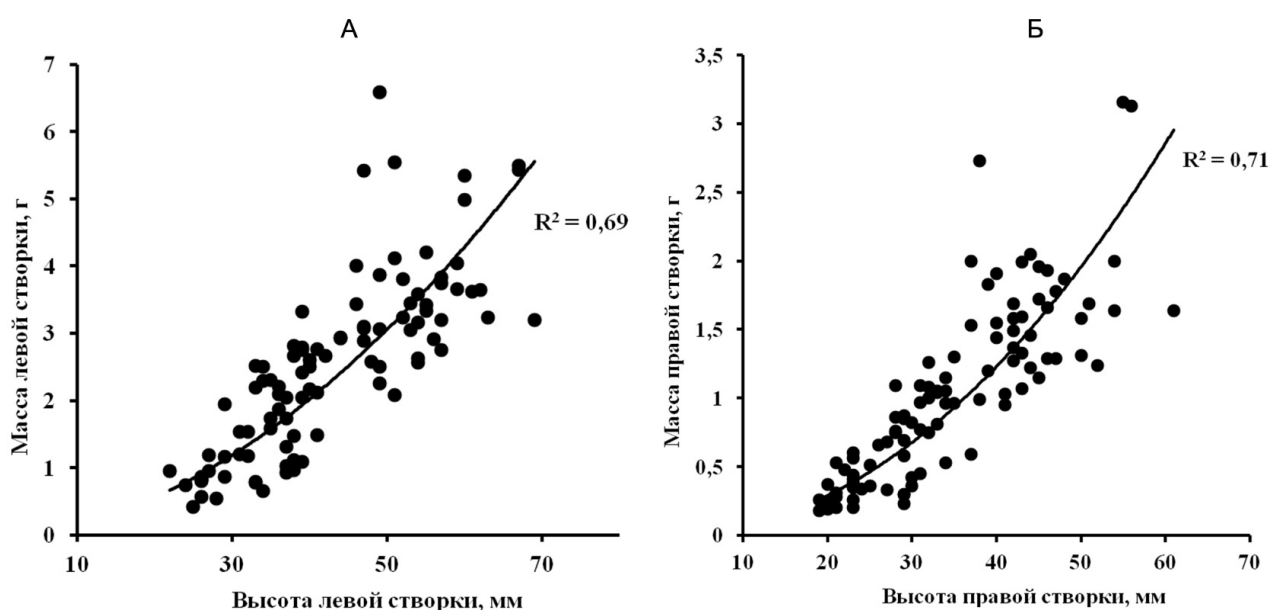


Рисунок 3 – Соотношение массы и высоты левой (А) и правой (Б) створок *C. Gigas*

Анализ литературных источников показал [1,8,12], что для оценки флуктуирующей асимметрии (ФА), наиболее приемлемой является следующая формула, где влияние направленной асимметрии нивелируется:

$$FA = (L-R)/(L+R),$$

где L и R – морфологические характеристики левого (cupped) и правого (flat) признака.

Используя высоту и длину створок моллюсков в качестве исследуемых признаков, нами была рассчитана ФА раковины. Детальный анализ полученных результатов показал, что максимальные отклонения флуктуирующей асимметрии исследуемых параметров от нормы (направленной асимметрии, при которой ФА=0) не превышали 0,1 (рис. 5). Так, частота встречаемости особей с выраженными отклонениями ФА раковины была максимальной в группах 20-30 мм, она составляла 42 %. В дальнейшем, по мере роста устриц, экземпляры с ФА раковины встречались гораздо реже в 10-12-ти% случаях.

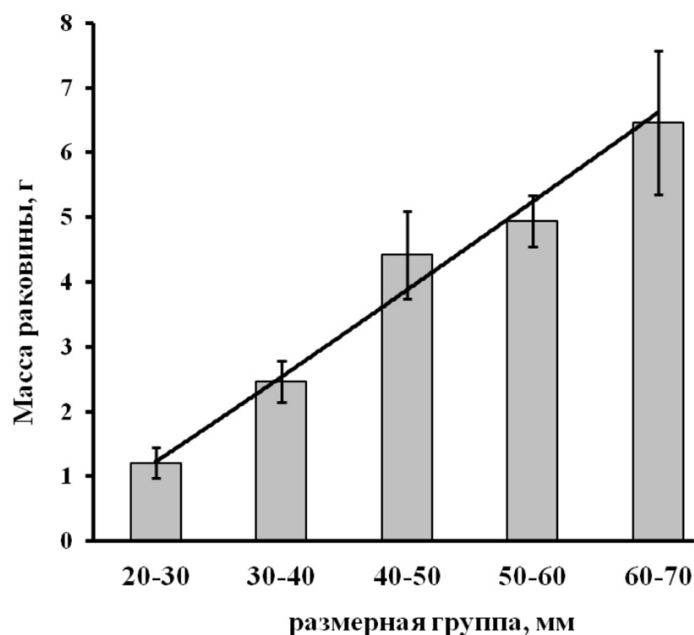


Рисунок 4 – Изменение средней массы раковины устриц *C. gigas* в процессе роста (указаны 95 % доверительные интервалы)

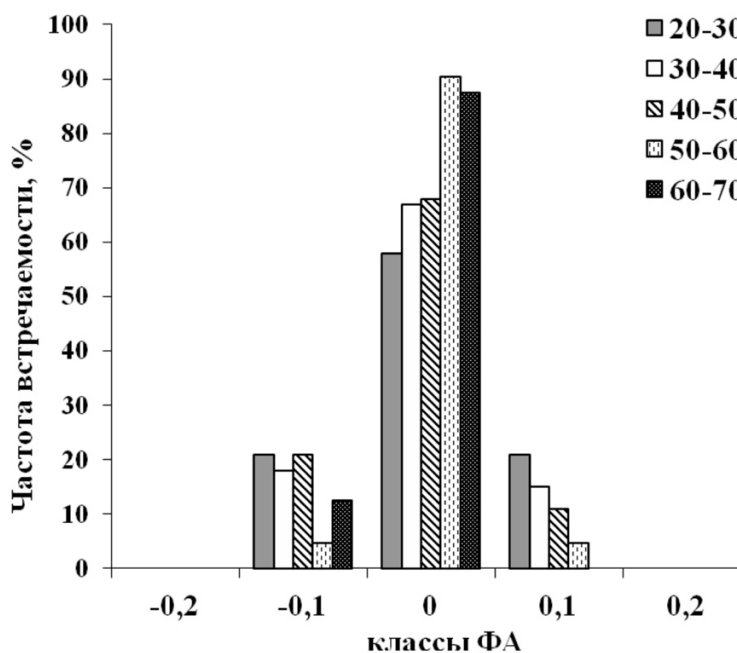


Рисунок 5 – Частота встречаемости флуктуирующей асимметрии устрицы *C. gigas*

**Обсуждение результатов.** Как отмечалось выше, ФА представляет собой незначительные ненаправленные отклонения от строгой билатеральной симметрии или же направленной асимметрии вследствие несовершенства онтогенетических процессов. Она является одним из основных показателей стабильности развития организма, позволяющим определить нарушения развития, происходящие на основе одного и того же генотипа [11]. Степень ФА возрастает с усилением негативного влияния окружающей среды в течение онтогенеза большинства гидробионтов и является удобным индикатором индивидуальной способности организма сопротивляться внешнему стрессу. Согласно литературным данным, ФА особей значительно выше в «стрессируемых» популяциях, по сравнению с контрольными, находящимися в более благоприятных условиях [7-9]. Это означает, что экологические

стрессоры в генетически изменчивых популяциях приводят к выделению определенных генов, которые улучшают устойчивость к стрессам, но нарушают ростовые процессы, и в результате асимметрия увеличивается.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что в условиях Черного моря ФА тихоокеанской устрицы достаточно высока. Результаты наблюдений Лими [11] показали, что ФА отражает не только действие различных экологических факторов, но и вариабельность генотипического отклика организмов на стрессовые факторы среды.

Известно, что существует тесная взаимосвязь между ФА и интенсивностью роста гидробионтов [4]. Индивидуальная вариабельность в скоростях роста может приводить к увеличению ФА, причем вариабельность ростовых процессов, в свою очередь, может быть обусловлена как влиянием экологических факторов, так и изменениями физиологического состояния самого моллюска, в частности, в периоды гаметогенеза и нереста.

У тихоокеанской устрицы процессы развития гонад начинаются уже у сеголетков [2] и, по крайней мере, в конце на 1-го года жизни моллюски затрачивают большое количество энергии на генеративный обмен – синтез и депонирование липидов, белков и углеводов половых клеток. В результате происходит перераспределение потоков вещества и энергии с процессов соматического роста на созревание половых продуктов и последующего нереста.

Продолжительность и интенсивность этих процессов также может значительно варьировать у разных особей. Соответственно, в период гаметогенеза организмы становятся более чувствительными к различным факторам среды, в результате чего увеличивается индивидуальная вариабельность и возрастает флуктуирующая асимметрия моллюсков [9].

В ходе нашего исследования было установлено, что при одних и тех же условиях выращивания масса раковин одновозрастных моллюсков заметно отличается. Это позволило нам сделать вывод, что у устриц процессы усвоения кальция происходят достаточно индивидуально для каждой особи. Известно, что основная часть раковины двустворчатых моллюсков состоит из карбоната кальция с небольшим содержанием органических веществ. Отложение кальция может происходить или путем непосредственного прямого поступления элемента в структуру раковины, или же путем его первоначальной аккумуляции в мантийной ткани и последующей трансформации в раковину [3,13]. Известны случаи неравномерного отложения карбоната кальция в каждой из створок раковины устрицы *C.virginica* [5], что в дальнейшем может явиться причиной массовой смертности выращиваемых моллюсков. Рост и формирование скульптурных и структурных элементов створок морских моллюсков зависит от интенсивности процесса усвоения карбоната кальция, который в свою очередь контролируется рядом факторов. На рост карбонатных скелетов может оказывать влияние такие экологические факторы, как температура среды, соленость, содержание углекислого газа в воде, фотопериодичность и т.д. [10,13]. Менее изученными факторами, влияющими на кальцификацию раковины, являются гормональные и нейросекреторные механизмы, которые могут запускать или лимитировать процессы биоминерализации, определять их интенсивность.

#### Список литературы

1. Гавриков Д.Е., Гречаный Г.В. К вопросу оценки показателей флуктуирующей асимметрии // Сб. тр. молодых ученых: «Эколого-географические проблемы Байкальского региона» (Улан-Удэ, 1999). - Улан-Удэ, 1999. - С.108-113.
2. Раков В.А. Биологические основы культивирования тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* в заливе Петра Великого // Автореф.дисс.канд.биол.наук. – Владивосток, 1984. – 24 с.
3. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков / Золотарев В.Н. Отв. Ред.Зайцев Ю.П. – Киев: Наук. думка, 1989. – 112 с.
4. Alados C.L., Navaro T., Escos J., Cabezudo B., Emlen J.M. Translational and fluctuating asymmetry as tool to detect stress in stress-adapted and nonadapted plants // Int. J. Plant. Sci. – 2001. – Vol.162. – P.607-616.
5. Bricelj V.M., Ford S.E., Borrero F.J., Perkins F.O., Rivara G., Elston R.E., Chang J. Unexplained mortalities of hatchery-reared juvenile oysters, *Crassostrea virginica* (Gmelin) // J. Shellfish Res. – 1992. – Vol. 11. – P.331-347.
6. Devlin S.P., Neuhauser T.W. Fluctuating symmetry used as an indicator of population fitness and developmental stresses such as population in *Littorina littorea* // Unity College Mar. Biol. Journal. – 2000. – P.4-7.
7. Frechette M., Daigle G. Growth, survival and fluctuating asymmetry of Iceland scallops in a test of density-dependent growth in a natural bed // J.Exp.Mar.Biol.Ecol. – 2002. – Vol.270. – P.73-91.

8. Frechette M., Gouilletquer P., Daigle G. Fluctuating asymmetry and mortality in cultured oysters (*Crassostrea gigas*) in Marennes-Oléron basin // *Aquat. Living Resour.* – 2003. - Vol. 16. - 339–346.
9. Garnaire B., Soletchnik P., Madec P., Geairon P., Le Moine O., Renault T. Diploid and triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg), reared at two heights above sediment in Marennes-Oleron Basin, France: difference in mortality, sexual maturation and hemocyte parameters // *Aquaculture.* – 2006. – Vol.254, Issues 1-4. – P.606-616.
10. Kurihara H., Kato S., Ishimatsu A. Effects of increased seawater pCO<sub>2</sub> on early development of the oyster *Crassostrea gigas* // *Aquatic Biol.* – 2007. – Vol.1. – P.91-98.
11. Leamy L.J., Klingenberg C.P. The genetics and evolution of fluctuating asymmetry // *Annu.Rev.Ecol.Evol.Syst.*-2005.-Vol.36.- P.1-21.
12. Palmer A. R. Fluctuating asymmetry analyses: A primer // *Developmental Instability: Its Origins and Evolutionary Implications* / T. A. Markow (ed.). - Kluwer, Dordrecht, Netherlands, 1994. - pp. 335-364.
13. Sick L.V., Johnson C.C., Siegfried C.A. Fluxes of dissolved and particulate calcium in selected tissues of *Crassostrea virginica* // *Mar.Biol.* – 1979. – Vol.54. – P.293-299.

## FLUCTUATION OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SHELL OF THE PACIFIC OYSTERS *CRASSOSTREA GIGAS* IN THE BLACK SEA.

Vyalova O.Yu.<sup>1</sup>, Zolotnitsky A.P.<sup>2</sup>, Zhavoronkova A.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, Russia, vyalova07@gmail.com*

<sup>2</sup>*Kerch State Marine Technological University, Kerch, Russia*

The comparative analysis of morphometric characteristics of shells of the Pacific oysters of *Crassostrea gigas* is carried out. Frequency of occurrence of asymmetric specimens was maximal in the group of 20-30 mm and their levels were as 42 %. FA of shell decreased as far as growth of oysters.

*Keywords:* shell morphometry, fluctuating asymmetry, Pacific oysters, *Crassostrea gigas*.

595.384.16:[591.134+591.5](470.61)

## РЕЧНЫЕ РАКИ В ВОДОЕМАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ. БИОЛОГИЯ, УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ, СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ

Е.Ю. Глушко, И.А. Глотова

***ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,  
г. Ростов-на-Дону, 344002***

Дана характеристика биологических особенностей речных раков – уникальных объектов природных гидробиоценозов. Описаны требования раков к условиям обитания. Приведен анализ структуры ракопродуктивных популяций водоемов Ростовской области. Представлены факторы, лимитирующие масштабы воспроизводства и численность популяций раков. Разработаны рекомендации по сохранению и рациональному использованию ракопродуктивных популяций. Обоснована недопустимость интродукции и хозяйственного использования чужеродных видов раков.

*Ключевые слова:* *Pontastacus cubanicus*, ареал, экзоскелет, структура популяции, плодовитость, ракопродуктивность, интродукция.

Речные раки – ценные промысловые животные – являются фактически единственным промысловым беспозвоночным внутренних пресноводных водоемов России и должны рассматриваться как национальное богатство. Кроме того, раки представляют ценность как природный ресурс, имеющий большое экологическое значение для среды, в которой они обитают. Популяции раков представляют катализатор в превращении органического вещества в водоемах, поэтому уменьшают степень эвтрофикации водоемов, увеличивая их рекреационные свойства.

Изучением популяций раков в водоемах Ростовской области Азовский НИИ рыбного хозяйства занимается с 1969 года.

Водоемы Азовского бассейна, в том числе Ростовской области, входят в ареал кубанского подвида длиннопалого речного рака (*Pontastacus leptodactylus*, Esch), по современной номенклатуре кубанского рака – *Pontastacus cubanicus* (Birst. et Win.) [4]