

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
(РОСРЫБОЛОВСТВО)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«АЗОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»

КЕРЧЕНСКИЙ ФИЛИАЛ («ЮГНИРО») ФГБНУ «АЗНИИРХ»

МАТЕРИАЛЫ
IX МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«СОВРЕМЕННЫЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА»

г. Керчь, 6 октября 2017 г.

Керчь – 2017

**Главный редактор
Е. А. КОЖУРИН**

Редакционная коллегия:

д. б. н., проф. Н. П. Новиков
д. б. н., проф. Е. П. Губанов
д. б. н., проф. А. П. Золотницкий
к. б. н., ст. н. с. В. А. Шляхов
к. б. н., доцент Л. И. Булли
к. геогр. н., ст. н. с. Б. Н. Панов
к. геогр. н. В. Н. Полупанов
к. геогр. н., ст. н. с. Р. В. Боровская
к. т. н. С. Л. Чернявская
к. т. н., доцент А. С. Виннов
А. А. Солодовников
В. Н. Туркулова

Editor-in-chief

E. A. KOZHURIN

Editor Board:

Fellow (Biology) N. P. Novikov
Fellow (Biology) E. P. Gubanov
Fellow (Biology) A. P. Zolotnitskiy
Ph.D. (Biology) V. A. Shlyakhov
Ph.D. (Biology) L. I. Bulli
Ph.D. (Geography) B. N. Panov
Ph.D. (Geography) V. N. Polupanov
Ph.D. (Geography) R. V. Borovskaya
Ph.D. (Engineering) S. L. Chernyavskaya
Ph.D. (Engineering) A. S. Vinnov
A. A. Solodovnikov
V. N. Turkulova

© АВТОРСКОЕ ПРАВО

Исключительное право на копирование данной публикации или какой-либо ее части любым способом принадлежит Керченскому филиалу («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ».

Ответственность за достоверность представленной в публикации информации несут авторы.

По вопросу возможности копирования для некоммерческих целей обращаться по адресу:

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»

ул. Свердлова, 2, г. Керчь, 298300, Республика Крым, Россия.

Телефон (приемная): +7 (36561) 21012

Факс: +7 (36561) 61627

E-mail: info-kf@azniirkh.ru

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ *ARTEMIA SALINA* L. В СОЛЕННЫХ ОЗЕРАХ КРЫМА

А. Н. Гришин, к. б. н., вед. н. с.

Керченский филиал («ЮЗНИИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»
e-mail: grishin_a_n@azniirkh.ru

*На основе анализа изменения «врожденной скорости естественного увеличения численности» (r) изучено, в какой мере в популяциях артемии реализуются природные потенциалы увеличения их численности. Ее можно рассматривать как количественную оценку степени давления природных факторов на популяции артемий. В качестве примера роста численности популяции были приведены данные, полученные П.М. Вороновым для популяций *A. salina* в 8 соленых озерах Крыма. На основе изучения сезонной динамики численности популяций артемий в озерах были рассчитаны значения (r) для отдельных отрезков времени в течение вегетационного сезона. Расчеты значений \bar{r} для всего вегетационного периода популяций показали, что во всех озерах суммарное соотношение между смертностью и рождаемостью имеет отрицательный знак. Можно допустить, что максимальная скорость увеличения численности в природных популяциях артемий определяется соотношением их дефинитивного веса и средним весом особей в популяции. Анализ показал, что средний вес особи в популяции *A. salina* в разных водоемах и в разные годы колеблется от 0,23 до 0,53 г, т. е. изменялся в 2,5 раза. При крайних значениях W_{cp}/W_{max} величина r_{mp} оказывается равной, соответственно, 0,0187 и 0,0046. Сравнивая два крайних варианта, можно отметить, что при увеличении W_{cp}/W_{max} в 2,5 раза это приводит к уменьшению r_{mp} в 4 раза.*

Ключевые слова: гипергалинные озера, *Artemia salina*, плодовитость, длительность жизни, скорость роста, смертность, рождаемость, природный потенциал, промысловый запас

В каждом из 50 гипергалинных озер Крыма обитает популяция жаброногого рачка *A. salina*. Учитывая перспективу организации рациональной добычи цист артемии, большое значение имеет определение их промыслового запаса с учетом сохранения оптимального воспроизводства самого рачка. Традиционно общий запас цист может быть определен методом прямого учета, а промысловый – методом вычитания из общего запаса количества цист, необходимого для воспроизводства. Очевидно, что абсолютные величины, составляющие общий и промысловый запас, в значительной степени определяются особенностями динамики численности и возрастного состава популяции. Кроме того, воспроизводительная способность артемии, обусловленная скоростями роста численности и смертности, будет иметь региональные особенности.

Общеизвестно, что численность особей в популяции при отсутствии тормозящих факторов возрастает согласно экспоненциальному закону:

$$N_t/N_0 = e^{rt}, \quad (1)$$

где N_0 – начальная численность; N_t – численность ко времени t . Ключевой характеристикой (r) является «врожденная скорость естественного увеличения численности» [5]. Искомая величина, помимо плодовитости, длительности жизни и скорости развития, зависит от изменения различных факторов среды. Для артемии такими факторами могут быть: температура, химический состав воды и степень осушения водоема. Кроме того, тормозят увеличение численности популяции их естественные хищники и изменение абиотических условий. Поэтому определение (r) для популяций из непересыхающих водоемов с круглогодичным циклом развития не представляется возможным, кроме редких ситуаций, которые могут наблюдаться в начальный период развития популяции после

осушения гипергалинных водоемов, когда складываются благоприятные условия для развития. В этой связи особый интерес представляет развитие наиболее массовых представителей планктонных организмов в ежегодно пересыхающих озерах Крыма.

Цель данного исследования – на основе анализа изменения (r) выяснить, в какой мере в популяциях артемии реализуется природный потенциал увеличения ее численности. Эту величину можно рассматривать как количественную оценку степени давления природных факторов на популяции артемии.

В качестве примера роста численности популяции по экспоненциальному закону можно привести данные, полученные П.М. Вороновым [2] для популяций *A. salina* в 8 соленых озерах Крыма (табл. 1), где артемия встречалась в больших количествах. Исследуемые водоемы отличались по степени солености, содержанию растворенного кислорода и глубинам. Сбор материала проводился ежемесячно с марта по декабрь в течение 6 лет (1965-1970 гг.). Пробы отбирались тралом с входным отверстием 50×50 см.

Таблица 1

Средняя численность артемии в соленых озерах Крыма (экз./м³) [2]

Водоемы	Месяцы					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Южный Сиваш	2404	2731	4299	3682	520	241
Сасык-Сиваш	4327	3036	7772	2711	1867	702
Тобечикское	14647	41976	10588	5078	11076	1772
Сакское	4983	4217	7449	4174	3439	492
Джарылгач	3800	23408	11762	4634	2351	708
Большое Отар-Майнакское	9511	6231	4349	631	2281	237
Поповское	8471	4494	4110	1648	1232	551

Во всех исследуемых озерах массовый выклев науплий артемии из перезимовавших яиц начинается в конце марта – начале апреля. Уже в мае средняя численность ювенальных форм составляет 3990 экз./м³. К середине июля численность артемии за счет живорождения науплий увеличивается почти вдвое. Вторая половина лета характеризуется снижением численности рачков и увеличением численности яиц. Осенью численность рачков снижается до минимума.

На основе изучения сезонной динамики численности популяций артемии в отдельных озерах были рассчитаны значения (r) для отдельных отрезков времени в течение вегетационного сезона (табл. 2). Расчетная величина при этом представлялась как разность между мгновенными скоростями рождаемости (b) и смертности (d) особей в популяции [4]:

$$r = b - d = (\ln N_t - \ln N_0)/t.$$

Данные таблицы демонстрируют, что врожденная скорость изменения численности в природных популяциях артемии (r_p) может быть как отрицательной (численность популяции уменьшается), так и положительной, когда численность популяции увеличивается. В период интенсивного размножения ее величина положительна и достигает максимальных значений, а численность особей в отдельные моменты нарастает с наибольшей удельной скоростью (r_{pm}).

Чтобы оценить направление развития популяций в озерах, желательно располагать данными о скорости рождаемости и смертности науплиальных, ювенильных и половозрелых особей артемии. Однако в настоящее время мы только планируем получить такие данные, а в литературе популяционные характеристики роста и рождаемости артемии отсутствуют. Вместе с тем на данном этапе в качестве показателя направления развития популяций этих животных можно использовать соотношение суммарных значений положительных и отрицательных величин (r_p). Знак при этом среднем значении (\bar{r}_p), рассчитанном для одинаковых отрезков времени развития популяции, будет указывать на преобладание в ней смертности или рождаемости, независимо от форм кривой изменения численности особей.

Результаты расчетов показали (табл. 2), что в начале вегетационного периода (V-VI) в большинстве исследованных озер рождаемость у артемий преобладает над смертностью. В последующие месяцы (VI-X) изменение численности меняет свой знак с положительного на отрицательный. При этом скорость естественного увеличения численности зависит от особенностей жизненного цикла рачков в конкретных условиях водоема. Расчеты значений \bar{r}_p для всего вегетационного периода популяций показали, что во всех озерах суммарное соотношение между смертностью и рождаемостью имеет отрицательный знак. Конечно, такие расчеты представляют собой грубую оценку направления развития популяции, поскольку используются не ежегодные данные, а усредненные за пять лет. Тем не менее они могут быть полезными при выявлении связи между наибольшими значениями (r_{mp}) в природных популяциях с максимальной мгновенной удельной скоростью увеличения численности (r_m), рассчитанной для некоторых видов животных в условиях лабораторных культур [6, 9, 10]. Эти данные позволили Фенчилу [7] рассчитать уравнение, связывающее увеличение численности популяции со средней массой животных в ней:

$$r_m = 0,02291W^{-0,274}.$$

Таблица 2

Сезонная динамика значения r_p для популяций артемий

Водоем	Дата	r_p	\bar{r}_p
Южный Сиваш	V-VI	0,0042	-0,20
	VI-VII	0,0151	
	VII-VIII	-0,0052	
	VIII-IX	-0,0652	
	IX-X	-0,0256	
Сасык-Сиваш	V-VI	-0,0121	-0,34
	VI-VII	0,0313	
	VII-VIII	-0,0351	
	VIII-IX	-0,0123	
	IX-X	-0,0326	
Тобечикское	V-VI	0,0351	-0,47
	VI-VII	-0,0459	
	VII-VIII	-0,0245	
	VIII-IX	0,0260	
	IX-X	-0,061	
Сакское	V-VI	-0,0055	-0,20
	VI-VII	0,0189	
	VII-VIII	-0,0193	
	VIII-IX	-0,0064	
	IX-X	-0,0648	
Джарылгач	V-VI	0,0606	-0,49
	VI-VII	-0,0292	
	VII-VIII	-0,0310	
	VIII-IX	-0,0226	
	IX-X	-0,0401	
Большое Отар-Майнакское	V-VI	-0,0141	-0,26
	VI-VII	-0,0120	
	VII-VIII	-0,0644	
	VIII-IX	0,0428	
	IX-X	-0,0754	
Поповское	V-VI	-0,0211	
	VI-VII	-0,0030	
	VII-VIII	-0,0305	
	VIII-IX	-0,0097	
	IX-X	-0,0268	

Отношение r_{mp}/r_m показывает, в какой мере в природной популяции реализуется потенциал увеличения ее численности. В этом смысле его можно рассматривать как количественную оценку степени давления природных факторов на популяцию артемий в конкретном водоеме. Величина этого отношения оказывается наибольшей у более крупных животных. Она не имеет таксономической принадлежности и у разных животных зависит только от их веса с дефинитивными размерами (табл. 3):

$$r_{mp}/r_m = (0,607 \pm 0,122)W_{max}^{0,16 \pm 0,03},$$

где W_{max} – дефинитивный вес животного определенного вида в граммах.

Данное уравнение отражает важную закономерность, подтверждающую несомненный факт, что популяции более мелких по размерам животных подвержены воздействию внешней среды в большей степени. Один из возможных механизмов поддержания численности, необходимой для существования популяции мелких животных, обладающих высоким ростовым потенциалом, – это, возможно, большая их популяционная плодовитость по сравнению с более крупными животными. В пользу такого заключения можно указать на обратную зависимость удельной продукции от среднего веса животных [3].

В результате можно допустить, что максимальная скорость увеличения численности в природных популяциях животных определяется соотношением их дефинитивного веса и средним весом особей в популяции данного вида. Средний вес животных может быть легко определен через показатель биомассы и численности животных в единице объема. Поскольку дефинитивный вес рачков в условиях обитания крымских озер можно считать постоянным, то максималь-

Таблица 3

Изменение r_{mp} , r_m и их отношения в популяциях водных беспозвоночных [1, 8]

Вид	Вес, г	r_{mp} , сут.	r_m , сут.	r_{mp}/r_m	Автор
Коловратки					Алимов, 1981
<i>Keratella sp.</i>	0,0003	0,0359	1,3995	0,025	
<i>Polyarthra sp.</i>	0,0006	0,0709	1,1576	0,061	
<i>Asplanchna sp.</i>	0,0129	0,0810	0,5097	0,159	
Ракообразные					Gillespie, 1969
<i>Bosmina sp.</i>	0,0120	0,0830	0,5097	0,163	
<i>Daphnia sp.</i>	0,0200	0,0750	0,4432	0,169	
<i>Ceriodaphnia sp.</i>	0,0150	0,0680	0,4795	0,142	
<i>Artemia salina</i>	3,00	0,0151	0,1205	0,158	Наши данные
Насекомые					Алимов, 1981
<i>Ephemera sp.</i>	42,15	0,0230	0,0550	0,420	
<i>Sialis sp.</i>	34,50	0,0210	0,0570	0,369	
<i>Tanytarsus sp.</i>	0,23	0,0320	0,2270	0,141	
<i>Sergentia sp.</i>	1,63	0,0280	0,1340	0,209	
Моллюски					Алимов, 1981
<i>Sphaerium sp.</i>	55,40	0,0222	0,0320	0,430	
<i>Pisidium crassum</i>	3,50	0,0130	0,1080	0,121	
<i>P. nitidum</i>	0,96	0,0380	0,1536	0,248	
<i>P. compressum</i>	0,16	0,0279	0,2510	0,110	

ная скорость увеличения численности, как и удельная продукция популяции, будет находиться в обратной зависимости от среднего веса особей в ней.

$$r_{mp} = \mu(W_{max} / W).$$

Однако, как было отмечено, для артемии из разных водоемов имеются различия по средним размерам, а следовательно, и времени достижения ими дефинитивных размеров. Предыдущий анализ показал, что средний вес особи в популяции *A. salina* в разных водоемах и в разные годы варьировал от 0,23 до 0,53 г, т. е. изменялся в 2,5 раза. При крайних значениях W_{cp}/W_{max} величина r_{mp} оказывается равной, соответственно, 0,0187 и 0,0046. Сравнивая два крайних варианта, можно отметить, что увеличение W_{cp}/W_{max} в 2,5 раза приводит к уменьшению r_{mp} в 4 раза.

Представленные построения о связи скорости увеличения численности с ростовыми характеристиками артемии из разных водоемов Крыма схематичны и несут в себе условности и допущения. Тем не менее они могут быть полезны и необходимы, поскольку обращают внимание на возможность установления количественных связей. Намечаются пути поиска закономерностей между скоростью увеличения численности популяций артемии и ее возрастной структурой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двухстворчатых моллюсков // Труды ЗИН АН СССР. – 1981. – Т. 96. – 246 с.
2. Воронов П.М. Сезонные изменения численности *Artemia salina* в соленых озерах Крыма // Зоологический журнал. – 1973. – Т. LII, вып. 7. – С. 1081-1082.
3. Заика В.К. Удельная продукция водных беспозвоночных. – К.: Наукова думка, 1972. – 143 с.
4. A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters // IBP Handbook. – Oxford: Edinburgh, 1971. – No 17. – 358 p.
5. Andrewartha, H.C., Birch, L.C. The distribution and abundance of animals. – Chicago, 1954. – 782 p.
6. Birch, L.C. Experimental background of the study of the distribution and abundance of insects // Ecology. – 1953. – Vol. 34, No 4. – P. 698-726.
7. Fenchel, T. Intrinsic rate of natural increase; the relationship with body size // Oecologia, 1974. – Vol. 14, No 4. – P. 317-328.

8. Gillespie, D.M. Population studies of four species of molluscs in the Madison River. Yellowstone National Park // Limnol. and Oceanogr., 1969. – Vol. 14, No 1. – P. 101-114.
9. Howe, R.W. The rapid determination of the intrinsic rate of increase of an insect population // Ann. Appl. Biol., 1953. – Vol. 40, No 1. – P. 134-151.
10. Lotka, A.J. Elements of Physical Biology. – Baltimore: Williams and Wilkins, 1925. – 460 p.

Поступила 27.07.2017 г.

Population dynamics of *Artemia salina* L. in the salt lakes of Crimea. A. N. Grishin. *Natural potential of the increase in abundance is identified for artemia populations, based on the analysis of «inherent rate of natural increase in abundance» (r) change. It can be considered as the quantitative assessment of the pressure degree of natural factors on artemia populations. As an example of increase in population abundance, the data are presented that were obtained for *A. salina* populations in 8 saline lakes of Crimea (Russian Federation). Based on the study of seasonal dynamics of artemia population abundance in the lakes, the values (r) were estimated for different time spans during the growing season. Calculations for \bar{r} values for the total growing season of the populations showed that the total ratio between mortality and birthrate is negative for all lakes. It can be assumed that maximum rate of increase in abundance of natural artemia populations is determined by the ratio of their definitive weight and average weight of an individual in a population. The analysis indicated that average weight of an individual in a population of *A. salina* in various water bodies and in different years varied from 0.23 to 0.53 g, i.e. changed in 2.5 times. Under extreme values of W_{av}/W_{max} , the r_{mp} appears to be equal to 0.0187 and 0.0046, respectively. Upon comparison of two extreme options, it can be noted that the increase of W_{av}/W_{max} in 2.5 times leads to the decrease of r_{mp} in 4 times.*

Keywords: salt lakes, *Artemia salina*, fecundity, lifespan, growth rate, mortality, birthrate, natural potential, fisheries