

УДК 595.323.1

**СЕЗОННАЯ ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА АРТЕМИИ
И ЕЕ ЯИЦ В СОЛЕННЫХ ОЗЕРАХ КРЫМА**

П. М. Воронов

АзНИИРХ

Практика искусственного разведения рыб ценных пород показала, что одним из наиболее критических моментов в их жизненном цикле является переход на активное питание.

При выращивании молоди рыб в искусственных условиях наиболее выгоден жаброногий рачок — *Artemia salina* L., который охотно потребляют рыбы, что повышает скорость роста и положительно влияет на их физиологическое состояние (Воскресенский, 1960; Гунько, 1962).

В настоящее время артемию широко применяют на осетровых рыбодных заводах, где ею подкармливают осетровую молодь (Гунько, Плещачевская, 1962), и при морском рыборазведении (Шелбурн, 1971).

Шелбурн указывает, что рыбоводы Англии, использующие науплии артемии для кормления молоди камбалы, получают от инкубированной икры до 61% личинок, прошедших метаморфоз.

В связи со все увеличивающимся спросом на яйца артемии не только в нашей стране, но и за рубежом, перед нами стояла задача найти естественные места обитания артемии и изучить сырьевые запасы рачка и его яиц.

Учитывая, что в Крыму насчитывается около пятидесяти соленых озер (Понизовский, 1965), было решено изучить эти водоемы не только в биологическом, но и в физико-географическом и химическом аспектах.

Соленые озера Крыма возникли в результате опускания побережья полуострова и вторжения морской воды в устье рек и балок в конце ледникового периода (Паллас, 1795; Дзенс-Литовский, 1933). Образовавшиеся заливы и бухты постепенно и вследствие деятельности морских волн отшнуровались косами и пересыпями и превратились в закрытые и полузакрытые водоемы-озера, лиманы и заливы. Уровень воды в них по сравнению с морем благодаря засушливому климату сильно понизился, а концентрация солей увеличилась в несколько раз. Озера изменяются и в настоящее время; некоторые из них пересыхают, лишь широкие солончаки свидетельствуют об их существовании в прошлом.

В Крыму — жаркое лето, сравнительно мягкая и короткая зима, необходимое количество атмосферных осадков и большое число ветренных дней. Средняя относительная влажность воздуха колеблется в пределах 40—68% летом и 83—93% — зимой. Максимум ее наблюдается в январе—феврале, а минимум — в июле. Среднегодовая температура

воздуха (плюс $10 \pm 10,9^\circ\text{C}$) по районам колеблется незначительно (Евпатория и Керчь — плюс 11,3, Южный Сиваш — плюс $10,1^\circ\text{C}$). Самый жаркий месяц в Крыму — июль (среднемесячная температура для района Евпатории — плюс 23,2, для Керчи — плюс 23,4, для Южного Сиваша — плюс $24,6^\circ\text{C}$), самый холодный — февраль. Среднемесячная температура для Евпатории — плюс 0,6, для Керчи и Южного Сиваша — плюс $1 \pm 3^\circ\text{C}$, в отдельные годы морозы достигают минус $20 \pm 28^\circ\text{C}$.

Среднемесячная температура воздуха выше 0° удерживается в течение 300—320 дней, а вегетационный период для артемии составляет 220—240 дней в году. Температура воды с апреля по сентябрь почти всегда ниже температуры воздуха. Осадки выпадают в основном летом. Около половины из них приходится на май—сентябрь. Для этого времени года характерны короткие и интенсивные ливни, а осенью, зимой и весной — продолжительные морозящие дожди.

В зависимости от преобладающего питания соленые озера Крыма делятся на две большие группы — континентальные и морские (Дзенс-Литовский, 1946). К континентальным относятся водоемы, питающиеся водами поверхностного и подземного стока, а к морским — лиманы и заливы, питающиеся в основном за счет воды моря, которые поступают в озера благодаря фильтрации через пересыпи и при помощи каналов и гирл. Эта группа охватывает большинство озер Крыма.

В состав континентальных водоемов входят озера Перекопской и частично Керченской групп, а в группу морских — Сиваш, озера Евпаторийско-Сакского и Тарханкутского плато и некоторые озера Керченского полуострова.

Евпаторийская группа озер занимает западное побережье и состоит из 14 озер, в числе которых самое большое — Сасык-Сиваш (71 км^2) и самое малое — Большое Отар-Мойнакское ($1,8 \text{ км}^2$). Все озера отделены от моря пересыпями, сложенными из песка, гравия и створок моллюсков. Ширина пересыпей различна: от 0,17 км на Кызыл-Яре до 1,6 км на Сасык-Сиваше. Уровень воды в озерах ниже уровня моря на 0,6—0,8 м. Дно озер ровное и покрыто темными и темно-серыми илами. Озера Сакское и Сасык-Сиваш наполняются водой моря через каналы, куда она поступает самотеком.

В состав Тарханкутской группы соленых озер, также расположенных на западном побережье, входит шесть крупных (Донузлавское, Оленевские, Поповское, Джармылгач, Сасык и Бакал) и несколько более мелких озер. Часть из них (Донузлав, Сасык и Оленевское) в настоящее время соединены с морем.

В состав Керченской группы озер входит 10 водоемов морского и континентального происхождения. Озера морского происхождения расположены главным образом между Парпачским хребтом и Черным и Азовским морями. Они отделены от моря песчаными фильтрующими пересыпями шириной от 0,3 до 1,5—2 км. Озера мелководны и имеют неправильную форму. Площадь озер различна: от $4,5$ (Чурубашское), до 45 км^2 (Узукларское).

В состав Перекопской группы входит 9 водоемов. Уровень воды в них ниже уровня моря на 0,1—4,5 м. В солевом и водном питании этих озер принимают участие восходящие со дна водоемов источники с напорными водами и грунтовые воды, выход которых наблюдается на береговых обрывах.

Из 27 соленых озер Крыма, обследованных с 1965 по 1971 г., только одиннадцать населены артемиями. Эти водоемы, в число которых входят Южный и Западный Сиваш, Сасык-Сиваш, Джармылгач, Тобечикское, Чокракское, Поповское, Сакское, Кызыл-Яр, Бакал и Большое Отар-Мойнакское общей площадью 1320 км^2 , расположены в различных районах Крыма.

Вода соленых озер, населенных артемией, имеет хлориднонатриевый состав повышенной концентрации, достигающей 76—80% от суммы солей. Наблюдались довольно сильные изменения солености, особенно летом. Так, если соленость Южного Сиваша до 1969 г. находилась в пределах 107—109‰ в мае, а к октябрю увеличивалась до 109—123,1‰, то например, в июле 1969 г. она уменьшилась в 1,7 раза от средней многолетней, а в 1972 г. возросла в 1,8 раза. В некоторых водоемах (Тобечикское, Западный Сиваш) соленость за весенне-осенний период увеличивалась в 2—3 раза и достигала в среднем 220—340‰ соответственно.

Кислородный режим соленых озер, так же как и соленость, имеет хорошо выраженный годовой ход. В течение сезона его максимум (3—5 мг/л) наблюдается в мае. В середине лета его содержание снижается до 0,8—2, а осенью снова увеличивается до 3,4 мг/л.

Содержание кислорода в воде отдельных участков одного и того же озера, так же как и соленость, было различным. Содержание кислорода в местах выхода грунтовых вод, перед устьями рек, балок и водопадающих каналов было более высоким, чем в открытой части водоемов. В отдельные годы в результате бурного развития водорослей содержание кислорода падало до 0 утром и увеличивалось до 12—14 мг/л к полудню. В целом содержание кислорода в гипергалинных водоемах значительно ниже, чем в воде моря и океана.

Содержание биогенных элементов в соленых озерах Крыма невелико. Количество нитратов увеличивается с мая (1,25 мг/л) до конца лета (август — 7,9 мг/л) и уменьшается к октябрю. Содержание нитритов не превышает 5., а фосфора 0,86 мг/л. Максимум азота наблюдается в мае (13 мг/л), а минимум (5,6 мг/л) в октябре.

Резкие колебания гидрологического режима водоемов воздействуют на их флору. В годовой динамике фитопланктона наблюдается два пика: первый — ранней весной, а второй — в середине лета. Максимум (2—3 г/м³) биомассы водорослей приходится на июль—август. К середине сентября ее величина снижается в 2—3 раза.

Доминирующими формами фитопланктона в соленых озерах Крыма являются из диатомовых — *Amphora coffeaceiformis* и *Navicula* sp., а из зеленых — *Crucigenia* sp.

Следовательно, соленые озера Крыма небогаты биогенными элементами и биомассой фитопланктона, содержание в них растворенного кислорода невелико, а солью они богаты, и, несмотря на это, численность и биомасса артемии в них достаточна.

Артемия в соленых озерах Крыма появляется в конце марта — начале апреля, при температуре воды 8—9°C на 45—50 дней раньше, чем в озерах Западной Сибири (Силаенков, 1926; Дексбах, 1962).

При наступлении биологической весны в озерах Крыма основная часть рачков находится в прибрежной зоне, преимущественно в местах скопления яиц. Здесь численность рачков в 1 м³ воды достигает нескольких сотен тысяч, чаще всего 40—50 тыс. Несмотря на это, распределение артемии в водоеме не подчинено какой-либо закономерности. Под действием волн рачки перемещаются с одного участка на другой. Их всегда больше у берега с наветренной стороны. При сильном волнении рачки, скопившиеся в прибрежной зоне, часто выбрасываются на берег и погибают.

Взрослые особи во время шторма опускаются на дно, образуя скопления в виде полос шириной 15—20 см, тянущихся через весь водоем, чаще от одного берега к другому. При этом артемия размещается очень плотно друг за другом, головой против волн, брюшком вниз. Особи, сильно ослабленные или умирающие, стоняются волнами к берегу и вы-

брасываются. Скопления рачков, достигающие иногда 5—10 кг на 1 м береговой полосы, чаще встречаются во второй половине сезона.

Особенно много артемий скапливается в небольших заливах и бухтах поздней осенью. Сырая биомасса рачков в скоплениях достигает 100—500 кг в малых водоемах (Поповское) и 10—15 т в Южном или Западном Сиваше.

В динамике численности артемии можно отличить два максимума. Первый из них наблюдается в начале биологической весны, когда происходит массовый выклев науплиев из яиц, а второй — в середине сезона, когда появляется новорожденная молодь.

Численность рачков в начале биологической весны зависит от количества яиц, находившихся в водоеме в предыдущем году (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость численности артемии от количества яиц в водоеме

Водоем	Яйца в октябре 1965 г., шт./м ³	Науплии в апреле 1966 г., экз./м ³	Отношение числа науплиев к количеству яиц, %
Южный Сиваш	11120	9430	84,8
Сасык-Сиваш	33250	28700	86,0
Тобечикское	48300	30000	62,1
Сакское	158450	122500	77,4
Джарылгач	100080	113850	71,1
Большое Отар-Мойнакское	47470	53850	113,0

К середине мая численность рачков сокращается в среднем в 12,3 раза. При этом наибольшая их смертность наблюдается в густонаселенных водоемах (табл. 2).

Таблица 2

Изменение численности (экз./м³) артемий в соленых озерах Крыма с 1—5 апреля по 12—18 мая 1966 г.

Водоем	Апрель	Май	Относительное снижение численности, число раз
Южный Сиваш	9430	1056	8,9
Сасык-Сиваш	28700	5990	4,8
Тобечикское	30000	9176	3,5
Сакское	122500	6379	19,2
Джарылгач	163850	3264	50,0
Большое Отар-Мойнакское	53850	8612	6,2

Вероятно, причина большой смертности артемий состояла в недостаточной обеспеченности популяций питанием.

Популяция артемии к середине мая изменяется не только количественно, но и качественно. В это время численность артемий в среднем по водоемам достигала 7,1 тыс. экз./м³. При этом ювенальные особи состав-

ляли 61% (от 42,8 до 70,8%), науплиальные — 31,3% (от 20,6 до 45%), а половозрелые — 3,9% (от 0,4 до 9,3%). Самцы встречались не во всех водоемах. Так, в 1966 и 1968 г. самцы были обнаружены в пяти озерах из семи. При этом их численность достигала 2,5—15,1%, а в 1967 г. только в двух (Поповское и Большое Отар-Мойнакское), где соотношение самцов и самок было 1 : 1.

Второй максимум в развитии артемии приходится на июнь — начало июля, при повышении температуры воды до 24—29°C, и сопровождается увеличением солености воды с 80—130 весной до 150—220‰ в середине лета. В это время содержание кислорода снижается с 3—5 мг/л в мае, до 1—2 в июле.

Таблица 3

Динамика средней многолетней (1965—1971 гг.) численности в соленых озерах Крыма (в экз./м³)

Водоемы	Месяц					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
Южный Сиваш	2337	2719	4275	2722	642	254
Сасык-Сиваш	4542	5324	7067	2500	3159	870
Тобечикское	14810	41976	10588	6005	12994	2891
Сакское	4990	4971	7438	4171	2430	484
Джарылгач	3844	23118	11758	4602	2502	1144
Поповское	5561	5835	4049	1151	886	300
Большое Отар-Мойнакское	13641	6188	4047	621	125	215
Среднее по водоемам	7103	12917	7003	3110	3248	875

Рост численности артемии в июне—июле сопровождается изменением отдельных возрастных групп в популяциях. В связи с увеличением численности науплиусов уменьшался процент ювенальных особей с 61 в мае до 49,9 в июне. В июле численность рачков начинает неуклонно снижаться до завершения биоцикла всех популяций. Снижение численности артемии после второго максимума связано, с одной стороны, с завершением биоцикла, а с другой, — с переходом рачков от живорождения на яйценошение.

В начале летне-осенней депрессии популяции артемии на 60% представлены половозрелыми особями. Науплиальные формы составляют 20—25, а ювенальные не более 10—15%. Если в июне почти все взрослые рачки размножаются живорождением, то теперь количество таких рачков не превышает 2—3%. Обитают они преимущественно в местах выхода грунтовых вод и в устьях рек и каналов, где соленость воды часто изменяется.

Осенью из состава популяций выпадают науплиальные и ювенальные формы. В это время рачки размножаются яйцами. Смена формы размножения вызвана устойчивой сухой погодой, постепенным увеличением солености и снижением среднесуточных температур.

Наряду с изучением сезонной численности артемии определяли и ее биомассу, для чего брали средний вес одного рачка на его различных стадиях, установленный при индивидуальном взвешивании 100 особей, общую численность артемии и численность возрастных групп. Для этого

популяции были разделены на три группы: науплиальные формы всех возрастов; ювенальные и половозрелые особи. В результате был определен средний вес рачков, который составил для первой группы — 0,8, для второй — 2 и для третьей 3 г.

Из данных, приведенных ниже, видно, что биомасса артемий в соленых озерах Крыма колеблется от 16027,8 — 21584,8 т в мае—июне до 1720,7 в октябре.

Средняя многолетняя (1965—1971 гг.) биомасса (в т) артемий
в соленых водоемах Крыма

Май	6027,8
Июнь	21584,8
Июль	14211,5
Август	9995,0
Сентябрь	8020,6
Октябрь	1720,7

Во время завершения биоцикла популяций огромное количество рачков сгоняется волнами к берегам и накапливается вблизи уреза воды. В это время их можно собирать.

Параллельно с сезонной численностью артемий изучалось и накопление яиц в водоемах.

Установлено, что главным фактором, влияющим на этот процесс, является ветер и волнение. Яйца артемий в зависимости от силы и продолжительности ветра могут довольно быстро переноситься волнами с одного участка водоема на другой и образовывать большие скопления. В местах наибольших концентраций величина скоплений яиц достигает 1,5—2 кг на 1 м береговой линии. При волнении скопления образуются постепенно, но их местоположение не постоянно. В результате изменения направления ветра или выпадения атмосферных осадков яйца снова смываются в водоем и уносятся волнами на другие участки.

Данные о накоплении яиц приведены в табл. 4. Запас яиц, как и численность рачков, определялся методом прямого учета по общепринятой методике (Жадин, 1960). Основой для определения запасов яиц артемий служили данные по численности яиц в 1 м³ воды, объему воды в водоеме и весу яиц в воздушно-сухом состоянии.

Таблица 4

Запас яиц артемий в соленых озерах Крыма (в ц)

Годы	Месяцы					
	V	VI	VII	VIII	IX	X
1965	—	—	—	375,0	585,4	742,2
1966	100,9	—	157,5	389,7	523,4	810,3
1967	94,0	44,1	132,2	132,2	379,2	606,6
1968	134,9	86,6	—	—	289,3	631,2
1969	—	—	102,9	—	135,5	85,4
1970	—	45,4	—	—	—	179,7
1971	157,9	115,7	160,0	—	200,3	333,7
1972	330,2	—	593,8	—	939,0	1059,1

Как видим, запас яиц в соленых озерах Крыма по годам в целом существенно не различается. Его величина довольно сильно колеблется по водоемам. Так, в озере Сасык-Сиваш в июле 1966 г. запас яиц достигал 9,7 ц, в 1968 г. — 30 ц, а в 1967 г. только 0,2 ц, что в 15 раз ниже.

Основная причина колебания запасов яиц состоит в том, что в водоемах, имеющих различные глубины и располагающихся в неодинаковых микроклиматических условиях, соленость и содержание кислорода могут изменяться с различной скоростью. Это, по-видимому, влияет на жизнь артемий и особенно на способ их размножения.

В 1970 г. урожай яиц был очень низким. В таких водоемах, как Южный Сиваш и Сасык-Сиваш, на которые ранее падало 70—80% запаса яиц, в 1970 г. их почти не было.

Основной причиной снижения запасов явилось опреснение этих водоемов за счет морской воды. В Сасык-Сиваш значительное количество воды Черного моря поступило через водоподающий канал. В Южный Сиваш воды Азовского моря поступили через Генический пролив в результате нагонного течения, вызванного штормовыми северо-восточными ветрами, господствующими над его акваторией с января по март включительно, и атмосферными осадками в мае—июле, превысившими среднегоголетние нормы. Кроме того, уменьшилось испарение в результате понижения среднесуточной температуры воздуха за этот период в среднем на 3°C.

Изменение условий существования артемии привело к снижению эффективности ее размножения диапазирующими яйцами. Особенно сильно повлияло опреснение на состояние артемии в оз. Сасык-Сиваш в 1969 и 1970 г. Здесь соленость оказалась в два раза ниже среднегоголетней. В результате водоем почти полностью зарос водорослями, что вызвало дефицит кислорода утром и перенасыщение им воды днем. Отмершие водоросли опускались на дно водоема и покрывали его сплошным ковром. Рачки обитали в поверхностных слоях воды и в связи с высокой температурой, достигавшей в некоторые дни 33—35°C, были малоподвижны. Их плодовитость снизилась в два—три раза, так как они размножались преимущественно живорождением, а не яйцами, потому что доступа в детриту у рачков практически не было. В Южном Сиваше на состояние популяции также сильно повлияло поступление воды Азовского моря осенью 1969 г. Если в предыдущие годы в июне численность артемий достигала 2000—5600 экз/м³, то в 1970 г. она не превышала 440 экз/м³. В период опреснения в Южный Сиваш зашли косяки рыб (атерина), поедавшие рачков до августа включительно. Как видно, запас яиц зависит от условий существования артемии.

Данные, приведенные в табл. 4, еще не позволяют судить об их промышленном запасе. Чтобы узнать его величину, нужно определить запас яиц, необходимый для воспроизводства, по каждому водоему в отдельности, а затем вычитанием его из общего запаса вычислить промышленный запас.

При определении запаса яиц для воспроизводства пользовались средней численностью взрослых рачков в мае (2500 экз/м³) коэффициентом выживаемости (0,565), весом яйца (6,27·10³) и объемом воды в водоеме.

**Запас яиц артемии, необходимый
для воспроизводства в соленых
озерах Крыма (в ц)**

Западный Сиваш	95,4
Южный Сиваш	208,7
Сасык-Сиваш	7,9
Сакское	1,35
Джарылгач	1,75
Поповское	0,42
Большое Отар-Мойнакское	0,40
Тобечикское	3,87

Учитывая, что самое большое количество яиц в водоемах наблюдается в конце сезона, за основу взят октябрь — последний месяц наблюдений. Определено, что промысловый запас яиц в это время в среднем составил — 324,2 ц при колебаниях от 58 ц в 1970 г. до 740,5 ц в 1972 г.

Промысловый запас яиц артемии (в ц)

1965 г.	514,7
1966 г.	560,6
1967 г.	282,2
1968 г.	156,0
1969 г.	138,5
1970 г.	58,0
1971 г.	145,1
1972 г.	740,5
Средний многолетний	324,2

Как видно, рассчитывать на стабильную заготовку яиц артемии трудно. Для того чтобы избежать колебаний запасов яиц, необходимо установить шлюзы или временные насосные станции для поддержания оптимальной солености среды и кислородного режима. Рациональное ведение хозяйства может обеспечить стабильную и высокую продуктивность соленых водоемов Крыма и обеспечить промысел артемии и ее яиц.

ЛИТЕРАТУРА

- Воскресенский К. А. Артемия — ценный корм в промышленном рыбообразовании. Выставка достижений народного хозяйства СССР, М., 1960, с. 1—7.
- Гуныко А. Ф. Способ повышения мощности осетровых заводов путем управления температурным режимом при инкубации икры и использования артемии как корма для осетровой молоди. — Труды АзНИИРХ, 1962, вып. 5, 73. Ростов-на-Дону, 73 с.
- Гуныко А. Ф., Плескачевская Т. Г. Результаты использования *Artemia salina* L. в качестве корма при выращивании молоди осетровых в круглых бассейнах. — «Вопр. ихтиол.», 1962, вып. 23, 371 с.
- Дзене-Литовский А. И. Пересыпи и косы Крымских соляных озер — «Известия Русск. географ. об-ва», 1933, т. XI, с. 40—56.
- Дексбах Н. К. *Artemia salina* Var. *Mülchhausenii* в лечебном озере грязевого курорта Карачи, Западная Сибирь. Научн. докл. высш. школы Биол. науки, т. I, М., 1962, с. 9—11.
- Жадин В. Н. Методы гидробиологического исследования, М., «Высшая школа», 1960, с. 1—191.
- Паллас П. С. Краткое физическое и топографическое описание Таврической области, СПб, 1795, с. 1—36.
- Понизовский А. М. Соленые ресурсы Крыма. Симферополь, Крымиздат, 1965, с. 1—107.
- Шелбурн Дж. Е. Искусственное разведение морских рыб. Пер. с англ. М., «Пищ. пром-сть», 1971, с. 1—85.

SEASONAL ABUNDANCE AND BIOMASS OF ARTEMIA SALINA AND ITS EGGS IN SALINE LAKES OF THE CRIMEA

P. M. Voronov

SUMMARY

The abundance of *Artemia* in saline lakes of the Crimea displays two peaks: in early spring and in mid-summer. The first peak depends on the number of eggs accumulated in the previous year, the second peak relates to the population density after the development in spring. The biomass of *Artemia* ranges from 21 600 tons in June to 1700 tons in October. The total commercial stock of *Artemia* in 10 lakes in the Crimea ranged from 5.8 tons in 1970 to 74 tons in 1972.

ABONDANCE SAISONNIÈRE ET BIOMASSE D'ARTEMIA SALINA
ET DE SES OEUFS DANS DES LACS SALES DE LA CRIMÉE.

P. M. Voronov

RÉSUMÉ

L'abondance de l'*Artemia salina* dans des lacs salés de la Crimée se caractérise par deux maximum — au début de printemps et à mi-été. Le premier maximum dépend de la quantité des oeufs accumulés dans l'année précédente, le second est déterminé par la densité de la population après son développement printanier. La biomasse de crustacés varie de 21,6 mille tonnes en juin à 1,7 mille tonnes en octobre. Le taux du stock industriel de l'*Artemia salina* dans 10 lacs de la Crimée varie de 5,8 t en 1970 jusqu'à 74,0 t en 1972.