



УДК 639.2.053.7 (28)

ЦИСТЫ АРТЕМИИ АЛТАЙСКОГО РЕГИОНА – ОСНОВА РОССИЙСКОГО БИОСЫРЬЯ

Л. В. Веснина, доктор биологических наук, профессор

*Алтайский филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства».*

E-mail: vesninal.v@mail.ru

Ключевые слова: мониторинг, артемия, плодовитость, цисты артемии, вылов (добыча) цист.

Реферат. Приведены результаты комплексных гидробиологических исследований гипергалинных озер Алтайского края за многолетний период; представлен процесс производства стартовых кормов (цисты артемии) для аква- и марикультуры, который включает заготовку цист в летне-осенний период; первичную очистку биосырья; активацию сырых цист, их сушку. При этом проводится контроль выклева цист артемии, который является ключевым условием для получения стартовых кормов высокого качества с выклевом 80–90%. Приведены факторы, обуславливающие развитие артемии, с дифференциацией на внутренние и внешние. На основании многолетних наблюдений гипергалинных озер определена зона оптимума минерализации воды для рачка артемии в диапазоне 70–200‰.

ARTEMIA CYSTS OF THE ALTAI TERRITORY – THE BASIS OF RUSSIAN BIOMATERIALS

L. V. Vesnina, Doctor of Biological Sciences, Professor

Altai branch of the federal state budget scientific institution “State Research and Production Center of Fisheries”. Key words: monitoring, brine shrimp, breeding performance, brine shrimp cysts, harvesting cysts.

Abstract. The present report presents the results of complex long-term hydrobiological studies, the production of starter feeds (brine shrimp cysts) for aqua- and mariculture from hypersaline lakes of the Altai Territory, which includes cyst preparation during the summer-autumn period, primary cleaning of biological raw materials, activation of raw cysts and their drying. At the same time, the hatching of brine shrimp cysts is controlled, which is a key condition for obtaining high-quality starter feeds with 80–90% hatching. The factors that determine the development of brine shrimp are given and differentiated into internal and external. Critical points of the water mineralization value in hypersaline lakes for brine shrimp populations of the Altai Territory are determined as 30–340‰. On the basis of the long-term monitoring of hypersaline lakes, the zone with optimal water mineralization for brine shrimp is determined as 70–200‰.

Потребности внутреннего рынка в стартовых кормах для аква- и марикультуры, а также рынка зарубежья диктуют необходимость оценки ресурсного потенциала соленых водоемов России.

В результате многолетних исследований на территории Западной Сибири выявлено около 90 гипергалинных озер, большая часть которых находится на территории Алтайского края (более 40, что составляет 74% от общего фонда соленых озер Восточной и Западной Сибири).

Фонд гипергалинных озер Алтайского края составляет 1200–1300 км². На территории края располагаются водоемы высшей экономической значимости: самое крупное в Российской Федерации ультрагалинное озеро Кулундинское и глубоководное озеро Большое Яровое. Водоемы активно используются для хозяйственных и рекреационных целей. В Западной Сибири естественный ареал рачка приурочен к аридной и частично аридной зонам равнины и ограничен с севера линией Барабинск – Тюкалинск – Ишим – Шадринск, с юга примыкает к казахстанскому ареалу рачка в соляных озерах зоны полупустынь.

Галофильный рачок *Artemia* Leach, 1819 является важным компонентом гипергалинных водоемов, имеющих не только экологическое значение, но и хозяйственное. В гипергалинных водоемах ведется добыча цист артемии. Наибольшие запасы цист сосредоточены в водоемах Алтайского края – около 2696 т, на втором месте Курганская область с общими запасами 992 т, далее идет Омская область – 352 т. Наиболее продуктивные гипергалинные водоемы на территории Алтайского края со стабильной добычей биосырья – озера Кулундинское, Кучукское, Большое Яровое и Малое Яровое.

На самом крупном гипергалинном озере Кулундинское объем добычи варьировал от 45 (2002 г.) до 633 т (2007 г.). Объем фактической добычи с 1 га площади оз. Кулундинское составляет в среднем 35 кг/га, объем общих запасов – 182 кг/га. На глубоководном озере Большое Яровое среднемноголетний объем добычи составляет 352 т (от 207 (2012 г.) до 502 т (2007 г.)). Объем фактического вылова (добычи) цист артемии с 1 га площади оз. Большое Яровое – 44,2 кг/га, объем общих запасов – 130,2 кг/га. В оз. Малое Яровое ежегодно добывается от 47 (2014 г.) до 209 т (2011 г.) со среднемноголетним значением 113 т. Объем фактического вылова (добычи) цист артемии составляет 27,5 кг/га при объеме общих запасов 128,9 кг/га.

Пробы зоопланктона были собраны в рамках мониторинговых исследований в период с апреля по октябрь в 2000–2017 гг. Основной объект исследования – жаброногий рачок *Artemia* Leach, 1819 и его цисты. Отбор проб, измерения факторов среды и визуальные наблюдения за распределением рачка, цист артемии и микроводорослей по акватории озера проводились по стандартной методике на постоянно обозначенных станциях наблюдения, расположенных в разных частях озер [1–4].

Камеральная обработка выполнена под биноклем МБС-10, оборудованным окуляр-микрометром. В пробах фиксировались разновозрастные группы: науплии, ювенильные, предвзрослые, половозрелые особи, а также цисты и летние яйца. Определение массы тела рачков и цист проводили на электронных весах марки Kern ARJ220–4M.

Процесс производства качественных стартовых кормов для аква- и марикультуры из цист артемии гипергалинных озер Алтайского края включает в себя следующие этапы.

Непосредственно **заготовка цист** на гипергалинных озерах в летне-осенний период. Сбор в зависимости от морфометрических особенностей водоема может производиться с берега, литоральных участков, поверхности воды с применением различного рода накопителей и ловушек, а также непосредственно с центральной части акватории озера с применением плавсредств и помп.

Первичная очистка, а именно промывка сырья в рапе и отделение примесей органического и неорганического происхождения на ситах.

Активация сырых цист при определенных условиях (температура, влажность, минерализация), подбираемых конкретно для каждой партии цист в зависимости от их происхождения из того или иного водоема. Оптимизация условий хранения способствует ускорению прохождения диапаузы и повышению выклева цист до максимально возможных значений и в более сжатые сроки.

Сушка цист, прошедших диапаузу, при определенной температуре (30,0–37,0°C) до определенной влажности (5–10%). Параметры сушки индивидуальны для цист рачка конкретного

водоема. Непосредственно перед сушкой цисты промывают в пресной воде от соли и дополнительно очищают от примесей.

Просеивание сухих цист для окончательной очистки, проведение при необходимости дополнительной активации с применением различного рода активаторов выклева и упаковка в герметичную тару. Важным моментом в хранении высушенных цист является исключение увлажнения готовой продукции и недопущение высоких температур (выше 5,0°C).

На всех вышеперечисленных стадиях проводится контроль выклева цист, являющийся ключевым условием для получения стартовых кормов высокого качества с выклевом 80–90%.

Факторы, обуславливающие развитие артемии, подразделяются на внутренние и внешние. К внутренним факторам относятся абиотические (лимитирующие факторы – температура и минерализация воды) и биотические, обуславливающие кормовую базу рачков. Внешние, или антропогенные, факторы прямо или косвенно влияют на среду обитания популяции артемии, а также на ее численные характеристики.

В силу анатомического строения массовое развитие артемии наблюдается только в тех водоемах, в которых соленость лимитирует развитие естественных хищников рачка (при минерализации от 70,0 г/л). В таких водоемах, благодаря своей исключительной осморегулирующей способности, артемия развивается практически в монокультуре, а плотность контролируется лишь пищевым фактором. Динамика общей минерализации воды подчеркивает некоторую опресненность акватории в весенний период и четкую тенденцию роста концентрации солей к осени во всех гипергалинных водоемах Алтайского края. На значение минерализации воды непосредственно влияют уровень воды, смена мало- и многоводных периодов.

Критические точки значения минерализации воды гипергалинных озер для популяций рачка артемии Алтайского края – 30 и 340‰, зона оптимума – от 70 до 200‰. В пределах 150–250‰ находится зона субпессимума и пессимума – зона ухудшения условий среды и, как следствие, образования цист рачками.

Среднемноголетние значения минерализации воды некоторых гипергалинных озер Алтайского края показывают, что в большинстве из них складываются благоприятные условия для развития артемии.

Жизненный цикл артемии в водоемах Алтайского края начинается с середины апреля. Из покоящихся цист вылупляются ортонауплии. На длительность развития и созревания существенно влияет температурный режим. В гипергалинных озерах Алтайского края наблюдается развитие от одной до четырех генераций рачка. Степень выживаемости и темпы роста являются индивидуальной характеристикой каждой популяции с учетом факторов окружающей среды. Длительность жизненного цикла популяции артемии оз. Кулундинское, по многолетним наблюдениям, колебалась от 40 до 79 суток, Большое Яровое – от 44 до 69, Малое Яровое – от 43 до 67 суток. Заканчивается вегетационный сезон к середине – концу октября.

В зависимости от фазы водности меняются показатели численности рачков и цист, а также половая структура популяции. В оз. Кулундинское среднемноголетние показатели численности рачков в маловодный период уменьшаются, а цист – увеличиваются. Отмечается изменение половой структуры сообщества рачка вплоть до полного отсутствия самцов в условиях малой водности. Средний диаметр цист артемии в многоводный период составляет 230 ± 30 , в маловодный – 240 ± 30 мкм.

В условиях маловодности оз. Большое Яровое наблюдается увеличение численных показателей популяции. Половое соотношение рачков меняется незначительно. Средний диаметр цист артемии в многоводный период составляет 255 ± 50 , в маловодный – 249 ± 12 мкм.

Показатели плодовитости самок артемии определяют численность цист и объемы промысловых запасов. По многолетним наблюдениям был проведен анализ изменения плодовитости самок в зависимости от фазы водности. Так, в оз. Кулундинское в маловодный период имела тенденция к повышению плодовитости ($P=0,999$) и увеличению вариабельности этого призна-

ка. Повышение плодовитости сопровождалось увеличением массы тела самок с установлением единообразия по этому признаку, а также пропорциональным увеличением овисака самок с уменьшением варьирования его ширины и длины. Среднее количество кладок не зависело от фазы водности и не превышало 3. Плодовитость самок артемии в маловодный период составляла $36,6 \pm 1,5$ при $C_v = 72,0\%$. С увеличением температуры воды плодовитость самок снижается ($r=0,38$). С минерализацией воды корреляция положительная ($r=0,58$). В многоводный период в оз. Кулундинское плодовитость самок артемии снижается до $22,6 \pm 0,9$ при $C_v = 63,1\%$.

В оз. Большое Яровое наблюдалась похожая ситуация. Плодовитость самок артемии в маловодный период увеличивалась в 2 раза, составляя $46,6 \pm 1,27$ при $C_v = 62,9\%$. Однако вариабельность данного признака также возросла. Масса тела самок оз. Большое Яровое в маловодный период увеличилась на 20%, в том числе за счет пропорционального увеличения овисака. В многоводный период плодовитость самок артемии составляла $33,0 \pm 1,8$ при $C_v = 53,0\%$. Среднее количество кладок в многоводный период составляло 2,8; в маловодный – 4,3.

Зависимость плодовитости самок от минерализации и температуры воды выражается линейными уравнениями. Корреляция в обоих случаях носит отрицательный характер ($r=-0,42$ и $-0,46$), с увеличением показателей минерализации и температуры воды плодовитость снижается.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Зоопланктон гипергалинных озер представлен моновидом галофильного рачка *Artemia* Leach, 1819, который образует 3–4 генерации в течение вегетационного периода.

2. Процесс производства стартовых кормов для аква- и марикультуры из цист артемии гипергалинных озер включает заготовку цист; первичную очистку; активацию и сушку цист.

3. Основными факторами, обуславливающими развитие рачка артемии, являются абиотические – температура и минерализация воды и биотические, обуславливающие кормовую базу рачка артемии.

4. В гипергалинных водоемах Алтайского края выделены критические точки минерализации воды для популяции артемии – 30 и 340‰. Зона оптимума находится в пределах от 70 до 200‰, зона субпессимума и pessimuma – зона ухудшения условий среды и образования цист рачком артемии – в пределах от 150 до 250‰.

5. Показатели плодовитости самок артемии определяют численность и объемы промысловых запасов в разные гидрологические фазы водности. На примере оз. Кулундинское в маловодный период отмечена тенденция к повышению плодовитости ($P=0,999$), которая составляет $36,60 \pm 1,50$ при $C_v = 72,0\%$. В многоводный период плодовитость самок артемии снижается, составляя $22,6 \pm 0,9$ при $C_v = 63,1\%$. Среднее количество кладок в многоводный и маловодный периоды не превышало 3.

На примере оз. Большое Яровое в маловодный период отмечено увеличение плодовитости ($P=0,999$), составляющее $46,60 \pm 1,27$ при $C_v=62,9\%$ на фоне достоверного пропорционального увеличения овисака самок и массы их тела. Среднее количество кладок в маловодный период составляет 4,3, в многоводный – 2,8 при значении плодовитости $33,00 \pm 1,80$ и $C_v = 53,0\%$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Киселев И.А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. – М; Л., 1956. – Т. IV, ч. 1. – С. 183–265.
2. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Л.: ГосНИОРХ, 1983. – 51 с.
3. Методические указания по определению общих допустимых уловов (ОДУ) цист жаброного рачка *Artemia*. – Тюмень, 2002. – 25 с.
4. Иванова М.Б. Продукция планктонных ракообразных в пресных водах: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Л., 1983. – 29 с.